御前崎港コンテナクレーン逸走事故調査委員会

調査報告書

御前崎港コンテナクレーン逸走事故調査委員会

平成 22 年 4 月 23 日

はじめに

平成 22 年 1 月 21 日に発生した御前崎港コンテナクレーンの逸走事故は、強風に煽られたコンテナクレーンが約 120m逸走し、荷役作業中のコンテナ船に衝突、コンテナクレーン自体も脱輪、損傷したものである。

本委員会は、御前崎港で発生した本件事故について、事故の原因を究明するとともに、再発防止策についてとりまとめることを目的として調査・検討を行い、本報告書は、その結果を最終報告としてまとめたものである。

この報告書の内容を踏まえて、関係者が一丸となって再発防止に取り組まれることを期待する。

平成 22 年 4 月 23 日

御前崎港コンテナクレーン逸走事故調査委員会

委員長　田中　博通

目　　次

Ⅰ　コンテナクレーン事故の概要ならびに緊急措置
1　コンテナクレーン事故の概要　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1
2　緊急措置　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・2
Ⅱ　確認内容および聞き取り調査の整理
1　損傷の状況　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・3
（１）　コンテナクレーン　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・3
（２）　接触船舶　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・6
2　御前崎港に関する情報　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・7
（１）　御前崎港の地理・港勢　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・7
（２）　御前崎港女岩地区の利用状況　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・7
（３）　多目的国際コンテナターミナルの管理状況　・・・・・・・・・・・・・・・・・8
3　コンテナクレーンの諸元　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・9
（１）　コンテナクレーンの各部名称と操作　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・9
（２）　コンテナクレーンの主要機能　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１０
（３）　コンテナクレーンの性能等　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１０
（４）　コンテナクレーンの操作・制御メカニズム　・・・・・・・・・・・・・・・・１１
（５）　コンテナクレーンのブレーキ、逸走防止装置　・・・・・・・・・・・・・・・１２
（６）　風荷重に対するコンテナクレーン２号機の初期性能　・・・・・・・・・・・・１２
4　コンテナクレーンの管理　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１６
（１）　コンテナクレーンの使用許可　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１６
（２）　コンテナクレーンの荷役体制　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１６
（３）　コンテナクレーンの保守点検体制　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１７
（４）　コンテナクレーンの保守点検結果　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１８
5　コンテナクレーンの操作　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２０
（１）　コンテナクレーンの使用条件　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２０
6　事故当時の気象等に関する情報　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２１
（１）　気象台で観測された御前崎近隣の風の状況　・・・・・・・・・・・・・・・・２１
（２）　近隣で観測された風のデータ　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２４
7　原因を分析するための調査・試験等　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２６
（１）　コンテナクレーンの分解による損傷・動作確認調査　・・・・・・・・・・・・２６
（２）　レールクランプおよびブレーキの試験　・・・・・・・・・・・・・・・・・・２７
（３）　映像記録によるコンテナクレーンの動きの再現　・・・・・・・・・・・・・・３０
（４）　関係者への聞き取り調査　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・３２
Ⅲ　確認内容等に基づく分析
1　コンテナクレーン自体に関する課題の分析　・・・・・・・・・・・・・・・・・・３５
（１）　クレーン構造規格による風速・速度圧の分布解析　・・・・・・・・・・・・・３５
（２）　風荷重に対するコンテナクレーン性能の分析　・・・・・・・・・・・・・・・３６

（３）　損傷・動作確認調査結果の分析　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３８
（４）　走行ブレーキおよびレールクランプ試験の分析　・・・・・・・・・・・・・　３８
２　コンテナクレーン管理に関する課題の分析　・・・・・・・・・・・・・・・・・　４０
（１）　使用許可に係る課題の分析　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　４０
（２）　荷役体制に係る課題の分析　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　４０
（３）　保守点検体制に係る課題の分析　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　４０
３　コンテナクレーンの操作に関する課題の分析　・・・・・・・・・・・・・・・・　４２
（１）　コンテナクレーンの操作に係る課題　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　４２
４　風の影響の解析　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　４４
（１）　事故当時の風況に関する解析　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　４４
（２）　コンテナクレーンに作用した風荷重に関する解析　・・・・・・・・・・・　４４
Ⅳ　原因
１　推定される事故のあらまし　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　４８
２　事故原因の整理　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　４８
（１）　事故の原因　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　４８
（２）　事故が発生した背景　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　４９
Ⅴ　再発防止策
１　コンテナクレーン自体に対する対策　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　５０
２　コンテナクレーン管理に関する対策　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　５１
３　コンテナクレーン操作に関する対策　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　５２
４　風の影響に関する対策　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　５２
５　その他の対策　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　５３

Ⅰ　コンテナクレーン事故の概要ならびに緊急措置

1　コンテナクレーン事故の概要

- 事故発生日は平成 22 年 1 月 21 日（木）である。
- 御前崎港西埠頭 10 号岸壁に接岸していた「ACX ラフレシア」（全長 193m、幅 28m、総トン数 18,500GT、コンテナ積載数 1,675TEU）において、コンテナクレーン基礎北西端から 128.67m 付近（船倉ナンバー・ベイ 10）で荷役作業中であったコンテナクレーン２号機が、強風のため作業を中止し、クレーン固定のため所定の位置（逸走防止金物箇所、コンテナクレーン基礎北西端から 72.1m）に移動を開始した。
- その途上、コンテナクレーン基礎北西端から 76.2m で一旦停止し、ブームを起こす作業中に、コンテナクレーンが風にあおられ、船尾（南東）方向に逸走し始めた。
- コンテナクレーンは約 120m 逸走し、17 時 30 分、コンテナクレーン基礎北西端から 212.5m でブームがコンテナ船ブリッジ上のアンテナ類（レーダー）に衝突し、停止した。
- コンテナクレーンは、本体が脱輪して損傷し、コンテナ船のブリッジ上の通信機器類（レーダー）にも被害を及ぼした。
- **図１－１**に事故当時のコンテナクレーンや係留施設及び船舶の位置関係を示す。

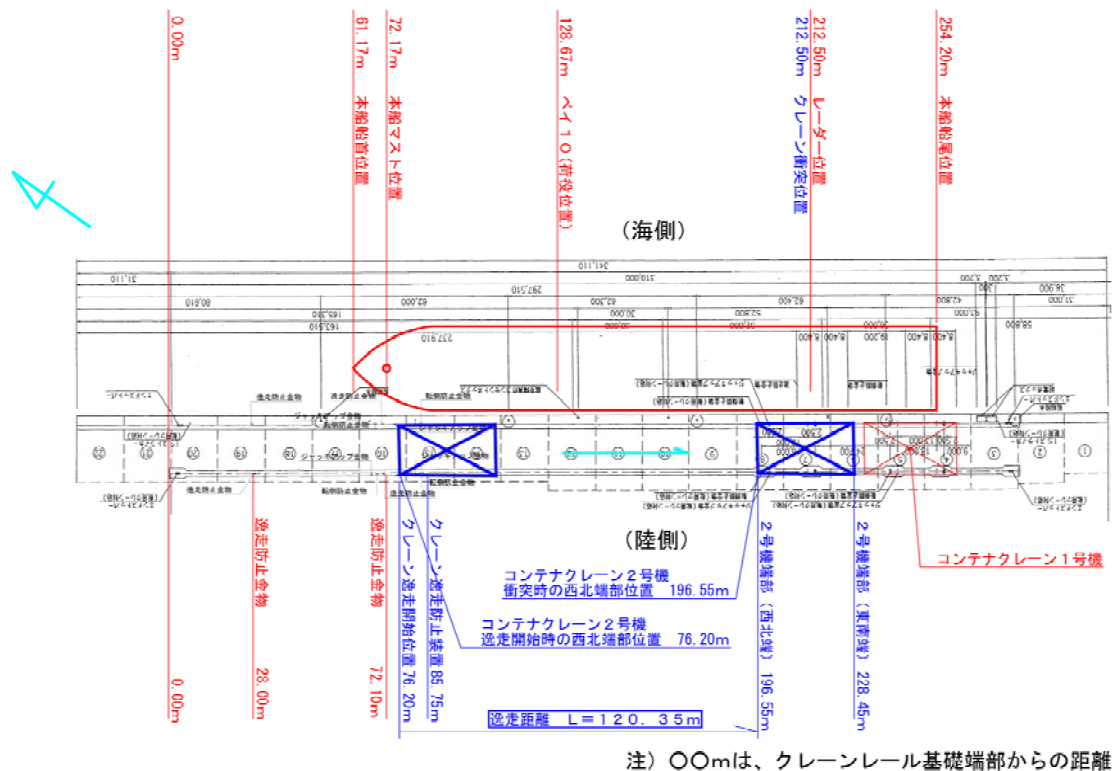



図１－１　事故当時の施設及び船舶の位置

２　緊急措置

・　コンテナクレーンは衝突の後、21 日のうちに本船から引き離され、係船柱 No.4、No.5 間に固定された。
・　衝突時は全 40 輪が脱輪していたが、船と接触したコンテナクレーンのブームを外したことにより、陸側の南側 5 輪と海側の北側 2 輪、計 7 輪の脱輪状態となった。
・　事故を起こした 2 号機は、移動しないよう 1 号機との間に材木を挟んで 1 号機に固定した。
・　更に、1 号機側から風が吹くと 1 号機と一緒に動いてしまうため、レール部分にあるアンカーホールとワイヤーロープで仮止めを行った。

Ⅱ　確認内容および聞き取り調査の整理

1　損傷の状況

（1）コンテナクレーン

平成 22 年 1 月 21 日の事故後、点検業者であるエムイーシーエンジニアリングサービス㈱が現地を確認した。その後、クレーン製造メーカーである三菱重工㈱に調査依頼を行い、損傷調査のための機材及び要員の調達の整った平成 22 年 1 月 26 日に損傷調査を実施した。

①　鋼構造部分

ａ）ブーム

- ブーム右側のブームピンから 19.6m位置のトラス垂直材及び斜材が、本船と衝突したため、大きく変形していた。
- ブーム根元付近のパイプトラス上限材（トラス交点）2 箇所に変形があり、3 箇所で塗装割れが発生していた。

ｂ）ブームピン部及び横行レール梁

- ブームピン部には、損傷は発見されなかった。
- 横行レール梁に損傷はなく、レール通り芯（目視）の局部変形も無く、異常は発見されなかった。

ｃ）脚部

- 海左側脚と水平材取付部に数センチの亀裂（1 箇所）が発生（経年的に発生した亀裂）していたが、その他、脚及び脚と水平材接続部、並びにシルビームに目視外観上の亀裂・変形は確認できなった。

ｄ）テンションバー

- 右側のテンションバー（ブーム側）中間位置に局部的な曲がりが発生していた。

ｅ）ブームラッチ

- ブーム取付のブームラッチピン引掛けフレームが局部変形していた。

②　走行装置

- 全走行トラックは、衝突時の水平力により、トラックピン部の軸受用リングが破断し、水平（海－陸方向）移動と若干の傾きが発生している。
- トラック、ヨーク本体に損傷は発見されなかったが、車輪の脱輪が発生しており、不安定な状態となっている。
- 駆動チェーンは、チェーン緊張用スプロケット（タイトナー部）が外れていたが、走行駆動及び脚サドルには、損傷・変形は見られなかった。
- 走行ブレーキは締まっていたが、焼付きはなかった。
- ブレーキは、規定トルク内（スプリング長 177㎜～178㎜）にセットされていたが、発錆・劣化がひどく、動作がスムーズではない（推定）可能性があった。

【計測データ】

①　大ヨーク（コンテナクレーン本体）と走行レール芯のずれ

海右側ヨーク　　海側へ 75㎜

海左側ヨーク　　陸側へ 60mm
陸右側ヨーク　　海側へ 90mm
陸左側ヨーク　　陸側へ 50mm

② 脱輪している車輪

海右側　　　脱輪なし
海左側　　　駆動輪 4 輪共脱輪（レール上にツバが乗っている）
　　　　　　その他 6 輪は、脱輪なし
陸右側　　　駆動輪 4 輪及びポニーヨーク車輪 1 輪が脱輪（その内、2 輪は、レールから外れ、駆動ギアがレール上を支持している）
　　　　　　その他 5 輪は脱輪なし
陸左側　　　レール側面に車輪ツバがせっているが、脱輪なし

表２－１　コンテナクレーンの修理（損傷）状況

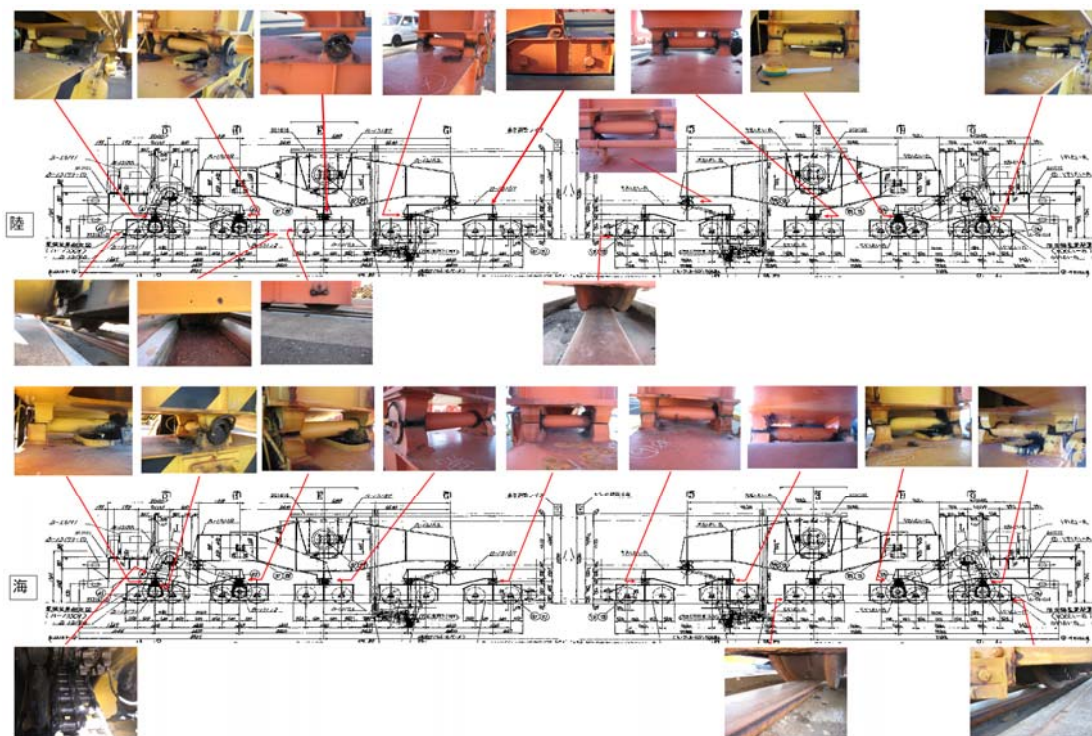
機械（部材）名	修理（損傷）状況	数量
走行車輪	脱輪箇所（陸右側、海左側）の位置調整	9 輪
走行ギア	交換	2 個
レールクランプ	爪の交換	4 個
走行トラックピン	交換	20 本
走行小ヨークピン固定用 エンドプレート･リング	交換	16 個
チェーンカバー	交換	3 箇所
ブーム	変形、割れ、塗装割れ	6 箇所

（詳細は資料編再掲）

図２－１　コンテナクレーン走行部損傷状況

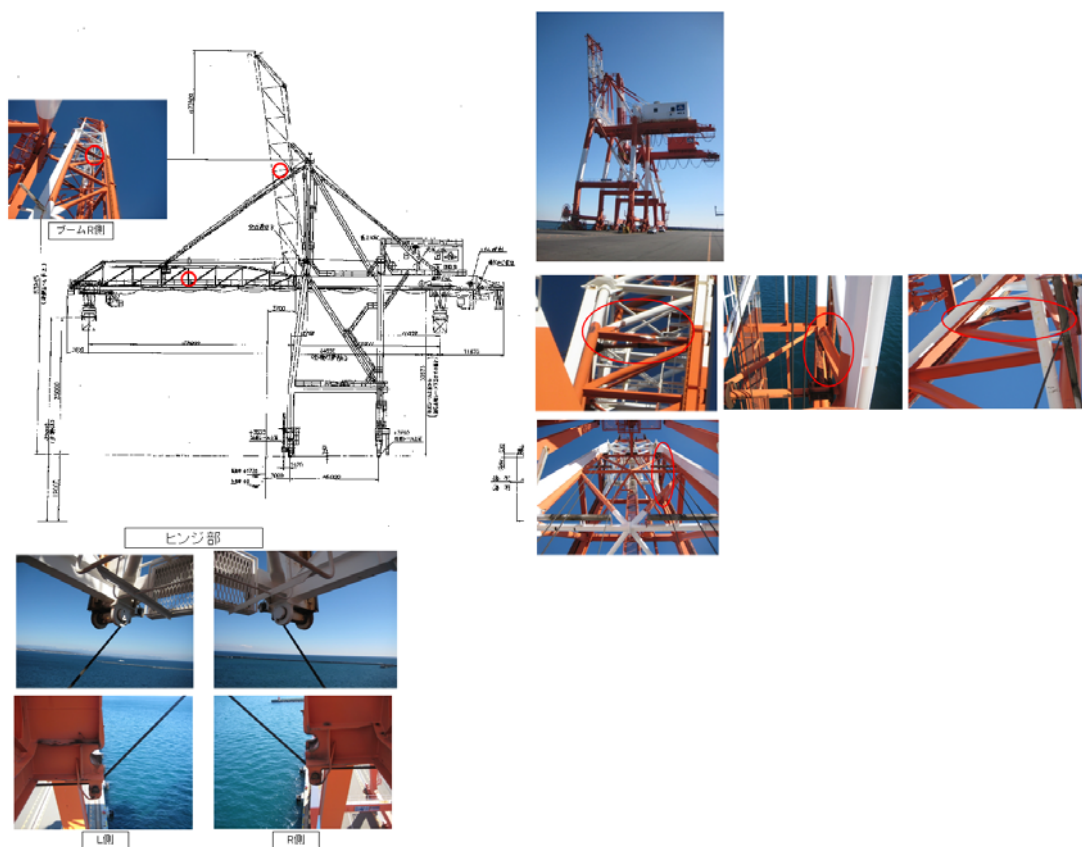



図２－２　コンテナクレーンブーム部損傷状況

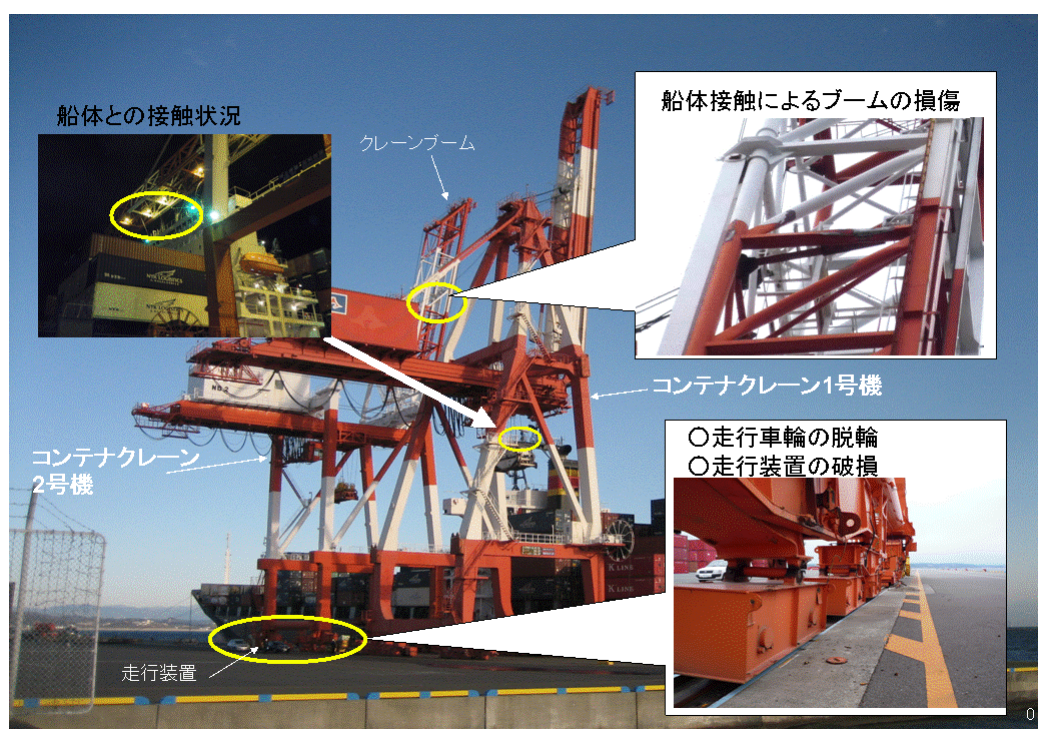



図２－３　コンテナクレーンの損傷状況

（2）接触船舶

コンテナクレーンの逸走により、ブームがコンテナ船ブリッジ上部と接触し、ブリッジ上部に設置されていた通信機器類に被害を与えた。なお、接触船舶は、応急措置、荷揚げ、荷積み等の作業を終え、1 月 24 日午前 3 時に名古屋港に向けて出港した。

表２－２に船舶代理店である鈴与㈱に聞き取った損傷箇所を記載する。

表２－２　コンテナ船の損傷箇所及び修理内容

損傷箇所	修理内容	数量	備考
メインマスト	仮修理	１式	ブリッジ上の門型（鳥居型）の柱
レーダーマスト	成型修理	１本	メインマスト上部 （レーダーを支えているマスト）
マスト灯	新替	１個	航海灯 （レーダーマストに付いているライト）
INMARSAT-B	アンテナ新替/調整	１個	無線設置（ドームアンテナ） （インマルサットは３基（B 型２基、C 型１基）付いていて２基（B 型１基、C 型１基）故障）
INMARSAT-C	アンテナ新替/調整	１個	無線設置 （マスト上部アンテナ）
No.１ GPS	アンテナ新替/調整	１個	衛星測位 （GPS は２基付いていて１基故障）
No.１ NUC LIGHT	新替	１個	非常用航海灯（左舷側）
風向風速計	新替	１式	羽の一部が故障

※インマルサット…衛星通信

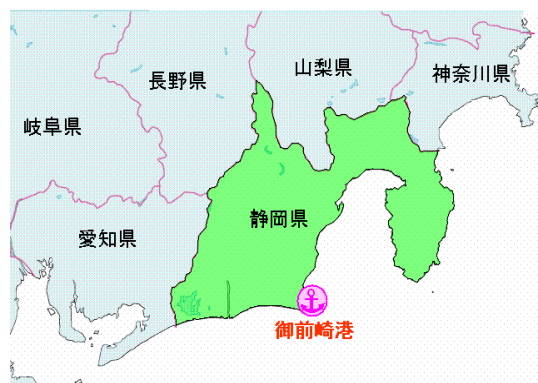
図２－４　コンテナ船の損傷箇所

2　御前崎港に関する情報

（1）御前崎港の地理・港勢

御前崎港は太平洋に面した駿河湾の入口にあり、太平洋航路からのアクセスに恵まれ、物流拠点として発展する基礎的条件を有している港である（図２－５）。

図２－５　御前崎港の位置

昭和 50 年に港湾法に基づく重要港湾に指定され、昭和 60 年には、貨物フェリーターミナルとして利用している水深 12ｍの西埠頭岸壁が供用を開始した。平成 16 年には、水深 14ｍの岸壁を有する多目的国際ターミナルが完成し、清水港などと共に静岡県の重要な物流拠点となっている。

御前崎港では西北西方向と北東方向の風、つまり冬季風浪と春先の東向きの風が卓越する。図２－６に御前崎港の計画平面図及び風向風速図を示す。

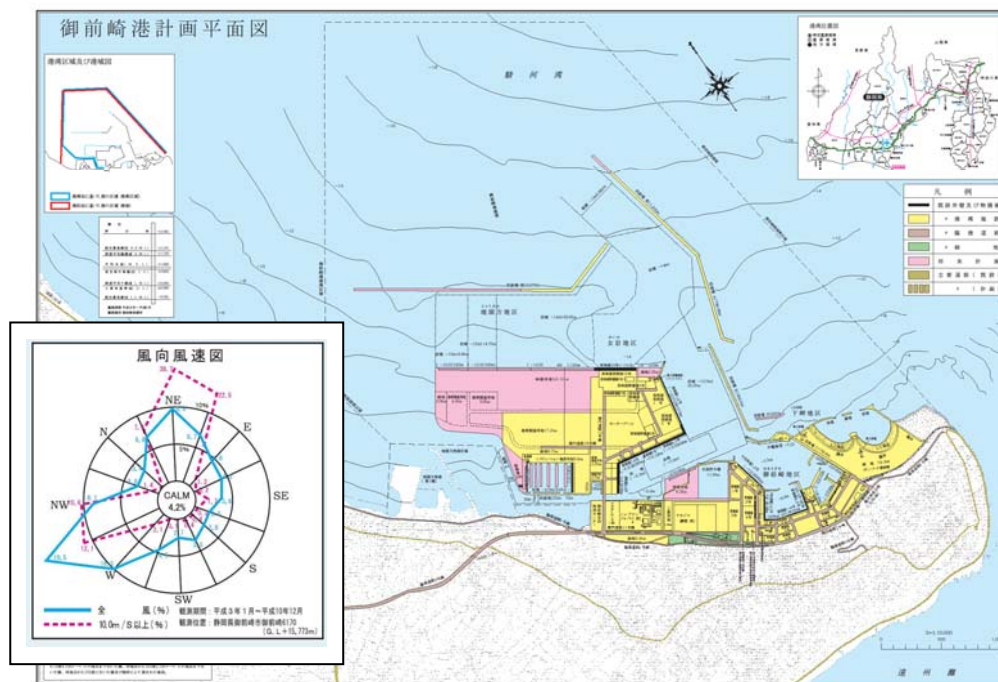



図２－６　御前崎港計画平面図及び風向風速図

（2）御前崎港女岩地区の利用状況

コンテナクレーンが供用されている御前崎港女岩地区では、平成 16 年 1 月にコンテナクレーン 1 号機を備えた多目的国際コンテナターミナルの供用が開始され、同年 5 月には、2 機目のコンテナクレーン 2 号機の供用が開始された。また、完成自動車輸出のためのモータープールがあり、自動車運搬船により海外へ輸出されている。（図２－７）

平成 16 年 10 月には御前崎港初となる定期コンテナ航路である東南アジア航路が就航し、平成 20 年には最大で 4 航路が就航していたが、昨今の経済状況により、国際定期航路としては、事故当時は、東南アジア・インド・パキスタン航路 1 航路のみが就航していた。

図２－７　女岩地区の利用状況

（３）多目的国際コンテナターミナルの管理状況

御前崎港多目的国際コンテナターミナルの管理状況については、**表２－３**のとおりである。

今回事故が発生した岸壁は国が整備した耐震岸壁で、水深 14m、延長 280m（1 バース）となっており、管理は県が受託している。

コンテナクレーンは、港湾管理者である県が岸壁上に設置し、維持管理を行っている。

表２－３　御前崎港多目的国際コンテナターミナルの管理状況

施　設　名	施　設　概　要　・　能　力	所有・管理者
岸　　壁	水深 14m岸壁 1 バース　（L=280m、耐震強化岸壁）	国有港湾施設 県が管理を受託
エプロン	A=5,600m^2　（L=280m×W=20m）	
コンテナ蔵置能力	1,680TEU　：ﾄﾞﾗｲ　528 ｽﾛｯﾄ ×3 段積 （ A=61,522m^2 ）　：ﾘｰﾌｧｰ：48 ｽﾛｯﾄ×2 段積	港湾機能施設 港湾管理者（県）の所有 ※使用料を償還財源とする起債事業により整備
ｺﾝﾃﾅｸﾚｰﾝ	4 段積 13 列対応　：　2 基	
付帯施設	管理棟、照明塔、ｹﾞｰﾄﾊｳｽ、ﾘｰﾌｧｰｺﾝｾﾝﾄ、給排水施設等	
ﾄﾗﾝｽﾌｧｰｸﾚｰﾝ	6 基　（@ 3 レーン）	港湾運送事業者の所有

3　コンテナクレーンの諸元

（1）コンテナクレーンの各部名称と操作

コンテナクレーンとは、コンテナ（貨物輸送の合理化のため開発された一定の容積・規格をもつ輸送容器）を吊り上げるクレーンのことをいう。

御前崎港や清水港など大規模な港湾の岸壁に配置され、船舶への荷積み、荷卸しを行うコンテナクレーンは、ガントリークレーンとも呼ばれる。

船から岸壁に荷を降ろす場合、①船上にブームを張り出す、②スプレッダがブームを横行・巻下がる、③スプレッダで船内のコンテナを掴む、④再び巻き上げを行い、ブームを横行し岸壁へコンテナを移動させる、⑤岸壁上の車輪間に待機したトラックの荷台にコンテナを巻下げて設置する、といった一連の動作を繰り返す。

これらの作業は、操作室のオペレーターの操作で行われる。ガントリークレーンの各部名称と操作名称は以下に示す。

<table>
<tr><td rowspan="4">名称</td><td>ブーム</td><td>コンテナクレーンのアーム</td></tr>
<tr><td>スプレッダ</td><td>コンテナを掴む装置</td></tr>
<tr><td>トロリー</td><td>横行する架台</td></tr>
<tr><td>レールクランプ</td><td>レールを掴みクレーンを固定する爪</td></tr>
<tr><td rowspan="4">操作</td><td>走行</td><td>岸壁上に平行に敷設された 2 本のレールを移動する動き</td></tr>
<tr><td>横行</td><td>スプレッダが岸壁と船舶間を移動する動き</td></tr>
<tr><td>巻上げ・巻下げ</td><td>スプレッダが上下に移動する動き</td></tr>
<tr><td>起伏</td><td>ブームを起伏させる動作で、起こしたときをブームアップ、倒したときをブームダウンという
※　写真はブームダウン時</td></tr>
</table>

図２－８　コンテナクレーンの各部名称

（2）コンテナクレーンの主要機能

コンテナクレーン 2 号機の組立図を**図２－９**に示す。このクレーンは、ロープトロリー式コンテナクレーンに分類される。レールのスパンは 16m、脚ベース幅は 18mで、高さについては軌道レール面上で約 54m、ブームを起伏した状態で約 74mとなる。

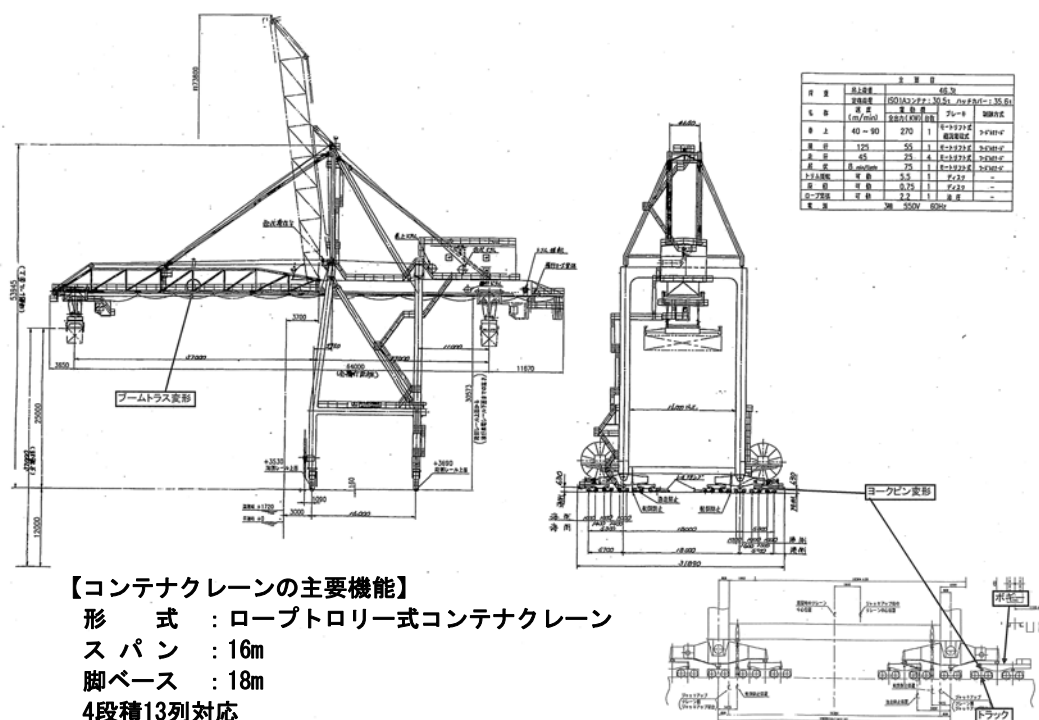



図２－９　コンテナクレーン２号機の組立図

（3）コンテナクレーンの性能等

コンテナクレーン 1 号機及び 2 号機の主要性能比較表を**表２－４**に示す。

2 号機は、1 号機と比較すると、荷役に関する吊り上げ荷重や揚程、走行速度等は同等の性能を有するものの、巻き上げ速度や横行速度がやや劣っている。

この性能の差から、荷役業者は主に 1 号機を使用しており、アジア・インド・パキスタン航路等の比較的大きな船舶については、1 号機と 2 号機の 2 基体制で対応している。

また、1 号機と 2 号機は、ほぼ同じ大きさであるものの、ブームの構造については 1 号機がラーメン構造、2 号機がフレーム構造であり、自重についても 1 号機が 667 トン、2 号機が 552 トンと、2 号機の方が 100 トンほど軽いなどの相違点もある。

表２－４　コンテナクレーンの性能比較表

クレーン諸元		単位	コンテナクレーン１号機	コンテナクレーン２号機
吊り上げ荷重		t	48.6	46.3
定格荷重（コンテナ）		t	30.5	30.5
横行アウトリーチ（海側レールから）		m	37.2	37.0
揚程（レール面上）		m	25.0	25.0
巻上速度	高速（無負荷）	m/min	120	90
	低速（全負荷）	m/min	50	40
横行速度		m/min	150	125
走行速度		m/min	45	45
起伏速度		min/cy	8	8
車輪数（海側・山側）		輪	16	20
クレーン自重（定格荷重を除く）		t	667	552
備考	移設前		清水港 興津２号機	神戸港 摩耶２号機
	製造年（改造・修理年）		S56.3 (H8.1)	S57.9 (H8.3)

（４）コンテナクレーンの操作・制御メカニズム

コンテナクレーン２号機の操作と制御動作の組合せを**表２－５**に示す。

コンテナクレーンの操作・制御メカニズムは、横行と走行、あるいは横行と起伏、走行と起伏を同時には行うことができないフェールセーフ設計となっている。

表２―５　コンテナクレーンの操作と制御動作の組合せ

		横　行	巻　上	走　行	起　伏
操作内容	横　行		○	×	×
	巻　上	○		●	×
	走　行	×	●		×
	起　伏	×	×	×	

○は同時操作可能、×は同時操作不可、●は同時操作が可能であるが、「荷振れ」するため通常行われない。

また、コンテナクレーンの制動メカニズムについては、以下に示すように、①走行ブレーキ及び②レールクランプの二つがある。

①　走行ブレーキ

走行ブレーキは、風速16m/sの風に対し、滑りを生じさせない設計となっている。

また、自動車と異なり、走行中、操作盤のレバーを０ノッチにすれば、モーターが減速し、走行速度の15％になるとブレーキが利くメカニズムとなっている。

例えば、6ノッチ最大速度45m/minで走行中に操作レバーを0ノッチにした場合、6.75m/min

（10cm/s）に減速した時点で、自動的にブレーキが作動する。（45×0.15=6.75）

② レールクランプ

レールクランプは、風速35m/sの突風に対処し、逸走を防止する設計となっている。

【連動】の場合、走行中に操作レバーを0ノッチにしてから30秒後にレールクランプが作動する。また、【手動】の場合は、クランプ閉ボタンを押すと走行モーターが停止し、走行ブレーキが作動し、レールクランプが作動する。この作動には2〜5秒程度の時間を要する。

コンテナクレーンの制動システムの特徴としては、ブレーキをはずさないと走行できないことや断線等の故障時に電源が落ちた場合、走行ブレーキやレールクランプが自動的に作動するなど、フェイルセーフ設計に基づいた構造となっている。

（５）コンテナクレーンのブレーキ、逸走防止装置

コンテナクレーンのブレーキ及び逸走防止装置としては、**表２－６**に示すとおり、走行ブレーキ、レールクランプ、逸走防止装置、転倒防止装置が装備されている。

表２－６　コンテナクレーンのブレーキ・逸走防止装置

装置	機能・性能	装備状況
走　行 ブレーキ	・荷役作業の走行時におけるクレーン制動 ・風速16m/sにて滑りを生じさせない（クレーン構造規格による）	走行電動機に連動して4台装備
レール クランプ	・油圧シリンダーによりクランプを開放し、レールを締付けてクレーンの逸走を防止 ・風速35m/sで設計（JIS8821旧基準による）	油圧ユニット、カム型クランプ爪を1組としてクレーン海側、陸側の両脚部に各1組、計2組装備
逸走防止装置 （ｸﾚｰﾝｱﾝｶｰ）	・レール基礎に埋設した受金物の位置にクレーンを停止させ固定 ・風速60m/s（クレーン構造規格による）	手動式アンカーを2箇所設置
転倒防止装置 （繋留装置）	・走行レール横のピット内の基礎に繋留装置を介して固定 ・停止時：風速55m/s（クレーン構造規格による）	海側脚部に2箇所、陸側脚部に2箇所の合計4箇所

走行ブレーキについては、風速16m/sに対し滑りを生じさせない設計となっており、突風による逸走を防止するシステムとしては、風速35m/sの風に対応したレールクランプが装着されている。

また、台風等の強大な風に対応するため、風速60m/sに対応した逸走防止装置や風速55m/sに対応した転倒防止装置が装備されている。

（６）風荷重に対するコンテナクレーン２号機の初期性能

（出展：三菱重工業株式会社によるクレーン安定計算書）

① コンテナクレーン自体の安定計算

コンテナクレーン2号機の安定計算は、**表２－７**に示す風荷重を用いてクレーンの自重に対する転倒等の安定度の計算を行い、作業時や休止時等の安全性を確保している。

表２－７　コンテナクレーン２号機風荷重一覧表

クレーン風荷重			安定計算上の風荷重の載荷位置	
	風向き	風荷重（kN）	距離（m）	高さ（m）
作業時 (16m/sec)	走行方向	145.1	6.0	29.8
	横行方向	90.2	0.0	26.5
ブーム上げ時 (16m/sec)	走行方向	156.9	9.5	32.2
	横行方向	117.7	0.0	31.0
休止時 (55m/sec)	走行方向	1835.8	9.5	32.2
	横行方向	1376.9	0.0	31.0

※　表中の距離、高さは、それぞれ海側レールを基準とする。

②　走行電動機（走行モーター）の性能

コンテナクレーン 2 号機の走行電動機は、(a) 電動機定格容量が走行抵抗所要動力以上であること、(b) 電動機定格容量×オーバートルクが走行抵抗所要動力+加速動力以上であること、(c) 電動機定格容量×オーバートルクが、走行抵抗所要動力+16m/s 時の風速抵抗所要動力以上であることを条件に装備されている。ここで、(c) の条件が、風速 16m/s の風に対し逸走しないための条件となる。

走行電動機仕様として、

電動機定格出力　Lg=25.0kW (30 分定格)

電動機台数　Ng=4 台

電動機負荷係数（オーバートルク）　αg=2.0=200%/台（1 分間）

総定格出力　L=Lg×Ng=100kW/クレーン

総最大出力　Lmax= Lg×Ng×αg=200kW/クレーン

走行抵抗所要動力　L1=27kW/クレーン（走行速度 Vg=45m/min）

加速動力　L2=75kW/クレーン

ブームダウン時 16m/sec 風圧抵抗（145.1kN）所要動力　L3=122kW/クレーン

以上より作業時（ブームダウン時）の必要動力を検証すると、

(a)　L1=27kW/クレーン　＜　L　OK

(b)　L1+L2=102kW/クレーン　＜　Lmax　OK

(c)　L1+L3=149kW/クレーン　＜　Lmax　OK

のとおり、条件を満たしている。

③　走行ブレーキの性能

コンテナクレーン 2 号機の走行ブレーキは、(a) 走行ブレーキトルクが走行電動機定格トルクの 100%以上であること、(b) 風速 16m/s 時に滑りを生じないこと（ブレーキ力+走行抵抗力＞風荷重）、であることを条件に装備されている。ここで、(b) の条件が風速 16m/s の風に対し逸走しないための条件となる。

(a)　電動機定格トルクに対するブレーキトルクの検討

電動機定格出力　Lg=25kW/台

電動機回転数　Nmg=1200rpm

電動機定格トルク　Tm=975×Lg/Nmg=20.3kg.m

ブレーキ設定トルク　TBr=21.0kg.m

以上より、　TBr　＞　Tm　　OK

(b)　風速16m/sec時の逸走検討

作業時走行方向風荷重　ブームアップ時　Wwu=156.9kN

ブームダウン時　Wwl=145.1kN

クレーン走行抵抗力P1

クレーン自重　W=5416kN　（無負荷時）

走行抵抗係数　Ft=0.0055

走行抵抗力　P1=W×Ft=30.0kN

走行ブレーキの抵抗力P2

ブレーキトルク　TBr=21.0kg.m

減速比　ig=46.7

車輪径　Dwg=0.56m

ブレーキ台数　Nb=4台

重力加速度　g=9.80665

ブレーキ抵抗力　P2=（2×TBr×ig×g）/（1000×Dwg）×Nb=137.5kN

駆動車輪の回転が拘束された場合（ロックした場合）の抵抗力P3

車輪とレール間の摩擦係数　μ=0.15

車輪数　Nw=40輪

駆動車輪数　Nwd=16輪

抵抗力　P3=W×μ×Nwd/Nw=325kN

よって、合計抵抗力　Ps=P1+Min.（P2，P3)=167.5kN

≧Max.（Wwu，Wwl）=156.9kN

以上より、走行ブレーキは風速16m/sの風に対する制動力を有している。

④　レールクランプの性能

コンテナクレーンは任意の位置で突風による逸走を防ぐため、風速35m/sの風荷重（休止時風荷重の40%相当）に対応したレールクランプを備えることとされており、2号機もこれに基づき装備されている。

レールクランプの設計風速　Vw=35.0m/s

必要安全度　Sf=1.5

レールとレールクランプの間の摩擦係数　μ1=0.25

設計荷重

風荷重Wwは、レールクランプにかかる荷重が最大となる条件、すなわちブームアップ、無荷重にて導出する。風速16m/s時の風荷重は、156.9kNである。

よってWw=156.9×（35.0/16.0）^{2}=750.8kN

クレーン走行抵抗力　P1=30.0kN

走行ブレーキ抵抗力　P2=137.5kN

駆動車輪の回転が拘束された場合（ロックした場合）の抵抗力　P3=325.0kN

合計抵抗力　Ps=P1+Min.（P2，P3）=167.2kN

レールクランプにかかる荷重　Pdo=Ww-Ps=583.6kN

レールクランプ有効台数　Nr=2台/$_{クレーン}$

レールクランプ１台に作用する逸走力　P=Pdo/Nr=291.8Kn

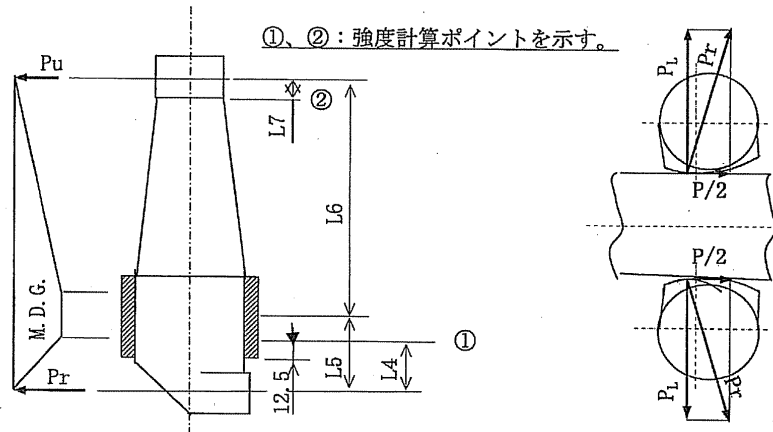
(a)　ロックピンの強度

ロックピンの材料　SNCM630　　降伏点　　$\sigma y=885.0N/mm^2$

引張強さ　$\sigma ut=1080.0N/mm^2$

荷重ケースにおける許容曲げ応力　　$\sigma ba1=\sigma y/1.15=769.6\ N/mm^2$

$\sigma ba2=\sigma ut/1.4=771.4\ N/mm^2$

$\sigma ba1<\sigma ba2$　　$\therefore \sigma a=769.6\ N/mm^2$

(b)　ポイント①

支点までの距離　　L4=9.85cm

ロックピンにかかる走行レールと直角方向力（クランプ力）PL=P/2/μ1=583.6kN

ロックピンにかかる荷重 $Pr=\sqrt{((P/2)^2+PL^2)}=601.5kN$

ロックピンの軸直径　D=11.5cm

断面係数　$Z=\pi\times D^3/32=149.3cm^3$

曲げモーメント　M=Pr×L4=5924.9kNcm

曲げ応力　$\sigma b=M/Z=396.8\ N/mm^2$

安全度　$\sigma ba/\sigma b=1.94$　＞　Sf=1.5　ok

(c)　ポイント②

上下支点中心間距離　　L6=27.5cm

クランプ位置～支点中心　L5=13.6cm

上支点反力　Pu=Pr×L5/L6=297.5kN

距離（モーメントアーム）　L7＝3cm

ロックピンの軸直径　D=6.5cm

断面係数　$Z=\pi\times D^3/32=27.0cm^3$

曲げモーメント　M=Pu×L7=892.4kNcm

曲げ応力　$\sigma b=M/Z=331.0\ N/mm^2$

安全度　$\sigma ba/\sigma b=2.32$　＞　Sf=1.5　ok

以上より、レールクランプは風速 35m/s の風に対し、必要な安全度を有している。

4　コンテナクレーンの管理

（1）コンテナクレーンの使用許可

港湾管理条例第 4 条第 1 項の規定に基づき、県は、荷役業者からのコンテナクレーンの使用許可申請に対して許可している。

荷役業者(㈱上組、鈴与㈱)は、コンテナクレーン 1 号機及び 2 号機の両機について、1 ヶ月単位の使用許可申請をしており、使用にあたっては、1 週間毎の輪番制でクレーンを使用し、実績を港湾管理者（御前崎港管理事務所）に報告している。

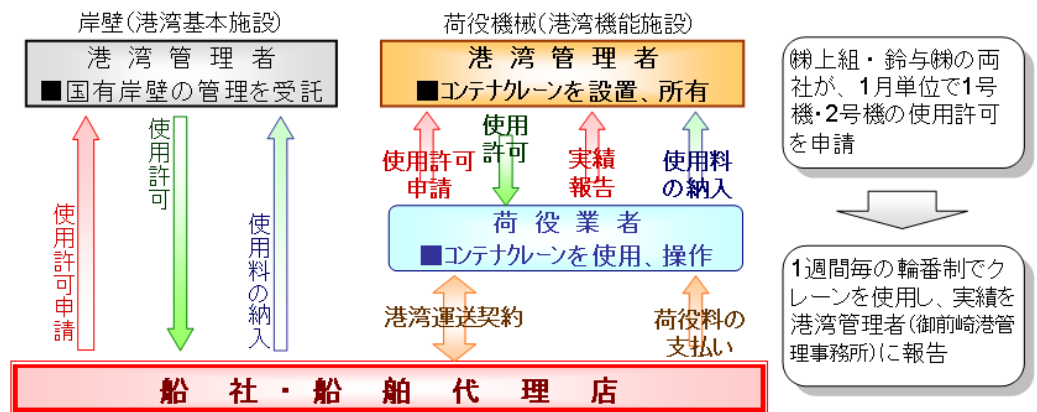



図２－１０　コンテナクレーンの使用体制及び使用許可

（2）コンテナクレーンの荷役体制

各コンテナクレーンにつき、荷役責任者（フォアマン、サブフォアマン）の指示に対して、コンテナクレーン操作者（オペレーター）、船内荷役作業者、沿岸における指揮者の三者が同時に無線で連絡をとりながら荷役作業を行っている。

1 号機及び 2 号機の 2 基で同時に作業する場合、荷役作業全体の責任者は、1 号機の責任者（フォアマン）となったものが務めている。

（共同事業体構成会社による１週間毎の輪番制）

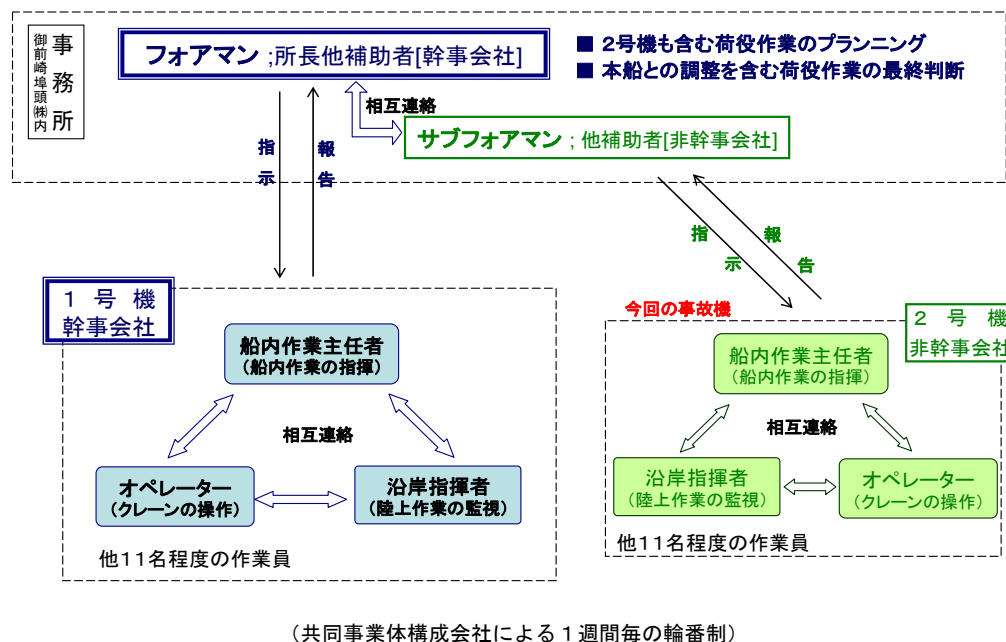



図２－１１　コンテナクレーンの荷役時の体制

（３）コンテナクレーンの保守点検体制

コンテナクレーンの保守点検体制について**図２－１２**に示す。

定期点検はクレーン等安全規則に基づき実施しており、年次点検及び月例点検（※クレーン等安全規則による年次検査及び月例検査を指す）については、保守点検業者に業務を委託し、年次点検は、年１回、月例点検は、年次点検月の１回分を除き、毎月実施している。

また、始業前点検として、コンテナクレーンの使用許可を受けた業者が点検を行なうこととなっている。なお、「御前崎港コンテナクレーン 1・2 号機他月例・年次点検及び管理業務委託要領」において、受託者は、荷役機械使用時には連絡体制を整え、不具合が発生した場合に速やかに修理若しくは修理の手配をすることとしている。

・ 月例点検

作業時を含めた日常管理や小規模修繕と併せて、第三セクターである御前崎埠頭㈱に業務を委託している。ただし、点検業務そのものは、専門業者への再委託となっている。

・ 年次点検・大規模修繕

県が直接専門業者へ業務を委託している。

・ 始業時等の点検

使用者が行っており、使用中の不具合等は、御前崎埠頭㈱に連絡が行くシステムになっている。

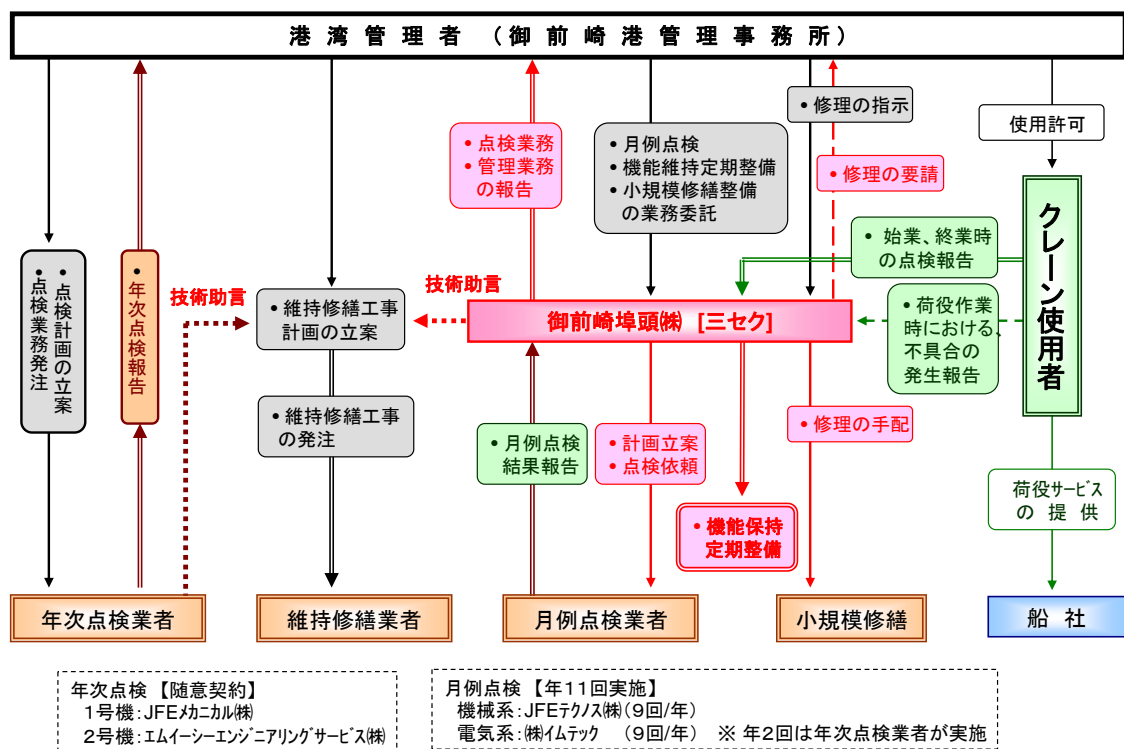



図２－１１　コンテナクレーンの保守点検体制

（４）コンテナクレーンの保守点検結果

・　年次点検

コンテナクレーン 2 号機の年次点検は、平成 21 年 2 月 22 日から 25 日に実施している。

年次点検では、走行装置関係での異常は認められないが、電気関係において走行ブレーキの腐食が甚大であり、点検結果が交換を推奨する△（要注意）となっている。

点検者の考え方では、△（要注意）は、次月の点検時にも、この箇所をチェックするようにという内部引継ぎ的要素の意味であるということである。

2 年前の平成 20 年 4 月に実施した年次点検では、走行ブレーキに対する指摘はされていなかった。

・走行装置関係

区分	点検項目	点検方法	結果	摘　要	対　　応
オープンギヤー					
	噛合い、歯面の状態等	目視・打診	○		
減速機					
	異音、異熱、振動等	目視・打診	○		
	油量、汚れ等	目視・打診	○		
車輪					
	軸受けの異音、異熱、振動等	目視・打診	○		
	給油状態等	目視・打診	○		
ヨーク・トラック					
	ヨーク・トラックの変形、溶接部	目視・打診	○		
	腐食等	目視・打診	○		
駆動用チェーン					
	発錆、給油状態等	目視・打診	○		

・電気関係

区分	点検項目	点検方法	結果	摘　要	対　　応
走行ブレーキ					
		目視・打診	△	腐食甚大、交換を推奨	

・　月例点検

　月例点検は、年次点検月を除き、毎月実施し、事故発生前月の平成 21 年 12 月 14 日から 15 日に実施している。

　月例点検での走行ブレーキに対する点検結果では、平成 19 年 9 月から「海側左ブレーキライニングが錆で膨れている」との指摘が報告され、平成 20 年 10 月まで、ほぼ同じ内容となっている。平成 20 年 11 月、12 月では、「走行ブレーキ（ドラム錆あり）」が追加指定され、平成 21 年 1 月からは「ブレーキ、ドラム、ライニング要交換」の指摘が追加され、平成 21 年 5 月まで同じ点検結果となっている。平成 21 年 6 月の月例点検から点検項目の走行ブレーキ以外に、走行ブレーキ用スラスターとレールクランプ用油圧ユニットの項目を追加し点検を行っている。

　特記事項としての指摘は、平成 18 年 11 月から「ドラムが磨耗。錆でざらついている（海側左）」との報告がされ、平成 18 年 12 月には「ドラムが腐食により磨耗 1 箇所」との記載となり、平成 21 年 3 月までほぼ同じ指摘となっている。平成 21 年 1 月には、「腐食甚大」との指摘もされているが、平成 21 年 4、5 月には特記事項の記載はなく、点検表にて△（要注意）との指摘になっている。特記事項について点検表では「今後検討課題」としての整理を平成 21 年 1 月までされていたが、平成 21 年 6 月からは、「ブレーキ及びホイール、ライニングの取替が必要」との整理がされている。

　以上のとおり、特記事項、点検表とも走行ブレーキに対する指摘がされているが、点検結果は、△（要注意）との指摘になっている。

　点検者の考え方では、△（要注意）とは次月の点検時にも、この箇所をチェックするようにという内部引継ぎ的要素の意味であるということである。

　事故直前に行われた月例点検結果は、以下のとおりとなっている。

・機械関係

区分	点検箇所	点検方法	結果	摘　要	対　応
走行装置は正常であり、異常は認められない、ことの確認。					
	車輪の磨耗	目視・打診	○		
	歯車の音、磨耗	目視・打診	○		
	減速機の油漏れ、音、熱、振動	目視・打診	○		
	レールクランプの開閉	目視・打診	○		
	アンカー	目視・打診	○		

・電気関係

区分	点検箇所	点検方法	結果		対　応
走行発動機は円滑に回転し、発熱も正常である、ことの確認。					
	電動機の巻線	目視・打診	○		
	ベアリング	目視・打診	○		
走行ブレーキは確実に作動し、隙間調整、ｽﾌﾟﾘﾝｸﾞ調整も正常である、ことの確認。					
	ブレーキライニング	目視・打診	△	ブレーキの腐食等が見られるが、直ちにブレーキ性能には結びつかない。ただし、長期的には対応が必要。	ブレーキフレームやスラスターの発錆が著しいためH21･6月の月例点検で指摘され、10月点検時に分解・油注入などの処置を行っている。今年度工事で取替えを予定していた。(H21.12契約済み)
	スプリング	目視・打診	△		
	ロッド	目視・打診	△		
ﾚｰﾙｸﾗﾝﾌﾟは正確に作動し、油圧ﾎﾟﾝﾌﾟﾓｰﾀｰに異常はない、ことの確認。					
	ポンプモーター	目視・打診	△	レールクランプ用油圧ユニットの腐食等が見られるが、直ちにブレーキ性能には結びつかない。ただし、長期的には対応が必要。	油圧ユニットについては、今年度工事で取替えを予定していた。(H21.12契約済み)
	電磁弁	目視・打診	△		
	リミットスイッチ	目視・打診	△		

（○：良好、△要注意、×要修理）

5　コンテナクレーンの操作

（1）コンテナクレーンの使用条件

コンテナクレーン2号機の使用許可に当たり、県は条件を特に附していなかった。また、操作についても県として特別な基準を設定しておらず、一般的な「クレーン等安全規則」、並びに2号機を製造した三菱重工業㈱の「御前崎港女岩荷役機械整備事業コンテナクレーン2号取扱説明書（平成16年三菱重工業株式会社）」の2つのみで運用している。また、その取扱説明書は機械室に備え付けられているのみであった。

クレーン等安全規則の規定によると、瞬間風速が毎秒 30mを超える風が吹くおそれがあるときは、逸走を防止するための措置を講じる必要があり、強風のためクレーンに係る作業の実施について危険が予想されるときは、当該作業を中止しなければならないとされている。なお、強風の定義は、平成4年労働省労働基準局長通知に基づき、10分間の平均風速が毎秒10m以上の風とされている。

また、前述の三菱重工業㈱の取扱説明書では、「風速16m/s以上になった場合は必ず作業を中止し、安全装置をかけなければならない。作業を続けるとクレーンが逸走転覆することも考えられる。」という記述がされている。

○　クレーン等安全規則（昭和47年労働省令第34号）（抄）

（暴風時における逸走の防止）

第31条　事業者は、瞬間風速が毎秒30メートルをこえる風が吹くおそれがあるときは、逸走を防止するための措置を講じなければならない。

（強風時の作業中止）

第31条の2　事業者は、強風のため、クレーンに係る作業の実施について危険が予想されるときは、当該作業を中止しなければならない。

○　平成4年労働省労働基準局長通知（抄）

3　強風時の作業中止

「強風」とは、10分間の平均風速が10m/s以上の風をいうこと。

○　御前崎港女岩荷役機械整備事業コンテナクレーン2号取扱説明書（平成16年三菱重工業株式会社）（抄）

1．2 主要部（7）　レールクランプ

運転中に突風が吹いたり、又クレーンをアンカー位置以外で休止する場合には、クランプを掛けるようにして下さい。

なお、クレーンの走行運転を休止すれば自動的にクランプされるようになっています。

2．1正規荷重の荷役

なお、定められた風速（16m／sec）以上になったら作業は必ず中止し、安全装置をかけなければなりません。もう少しよいだろうといって作業を続け突風によってクレーンが逸走転覆することも考えられます。

６　事故当時の気象等に関する情報

（１）気象台で観測された御前崎近隣の風の状況

事故当日（21 日）の 18 時の日本付近の地上天気図を**図２－１３**に示す。日本付近は、大陸に高気圧、日本の東海上に低気圧の冬型の気圧配置となり、県内では、海上や沿岸部を中心に、西または北西の風が強く吹く気圧場であった。伊豆諸島付近を小さな低気圧が東に進み、この低気圧に吹き込む西寄りの風が強まった。

このような気圧配置になるであろうという予想のもと、静岡地方気象台では事故前日の 20 日夕方、17 時 13 分に御前崎を含めた中部南、遠州南地方に「20 日夜遅くから 21 日にかけて風が強く、海ではしける所がある。風は南西のち北西の風、最大風速は、陸上で毎秒 13 メートル。海上で毎秒 18 メートル」とする強風・波浪注意報を出した。また、事故当日である 21 日 16 時 55 分に「22 日昼前まで風が強く波はうねりを伴ってしける。最大風速は、陸上で毎秒 13 メートル。海上で毎秒 18 メートル。波の高さは、4 メートル」とする強風・波浪注意報を発表している。

また、**図２－１４**に 21 日 17 時、**図２－１５**に 18 時の静岡県及び周辺地域の風と気温を示す。21 日の 17 時の段階では、御前崎測候所では西よりの風で平均風速 9m/s であった。また静岡市では気温が 17 度近いが、それに比べ浜松では気温は 13 度であり、地形的にも静岡市に局地的な低気圧ができ、風が吹き込んだと考えられる。

また 18 時には、御前崎測候所で平均風速が 12m/s となっており、17 時より風速は強まっている。

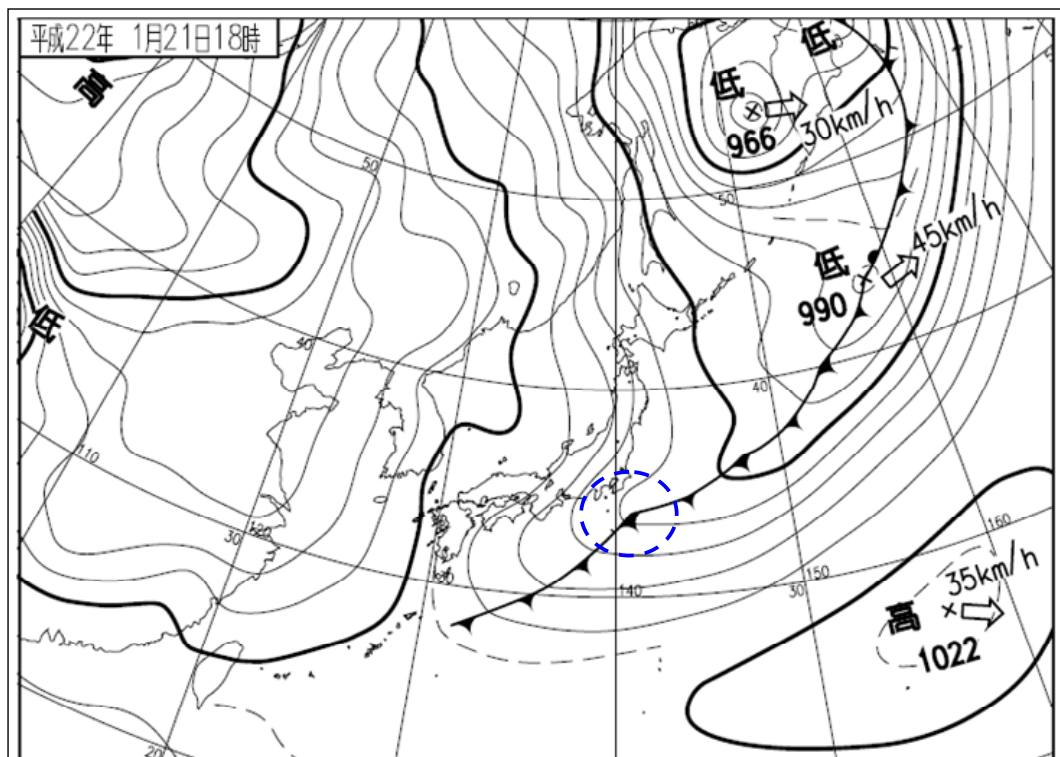



図２－１３　１月 21 日 18 時の地上天気図

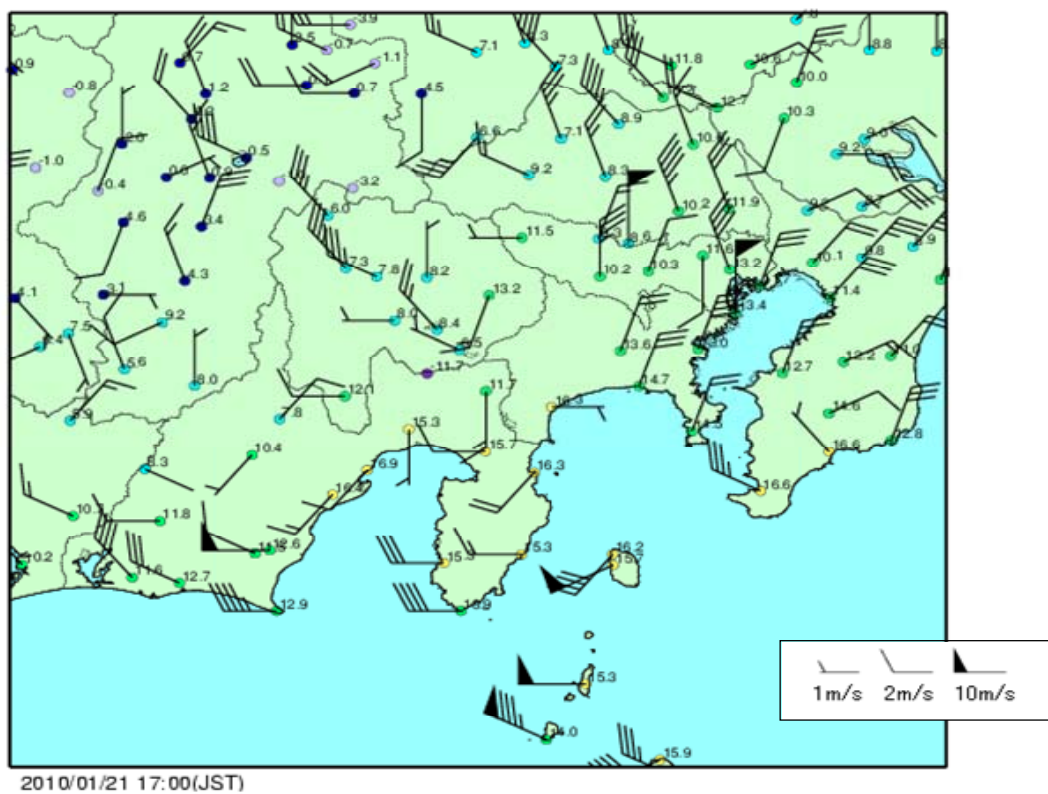



図２－１４　１月 21 日 17 時における静岡県及び周辺地域の風と気温

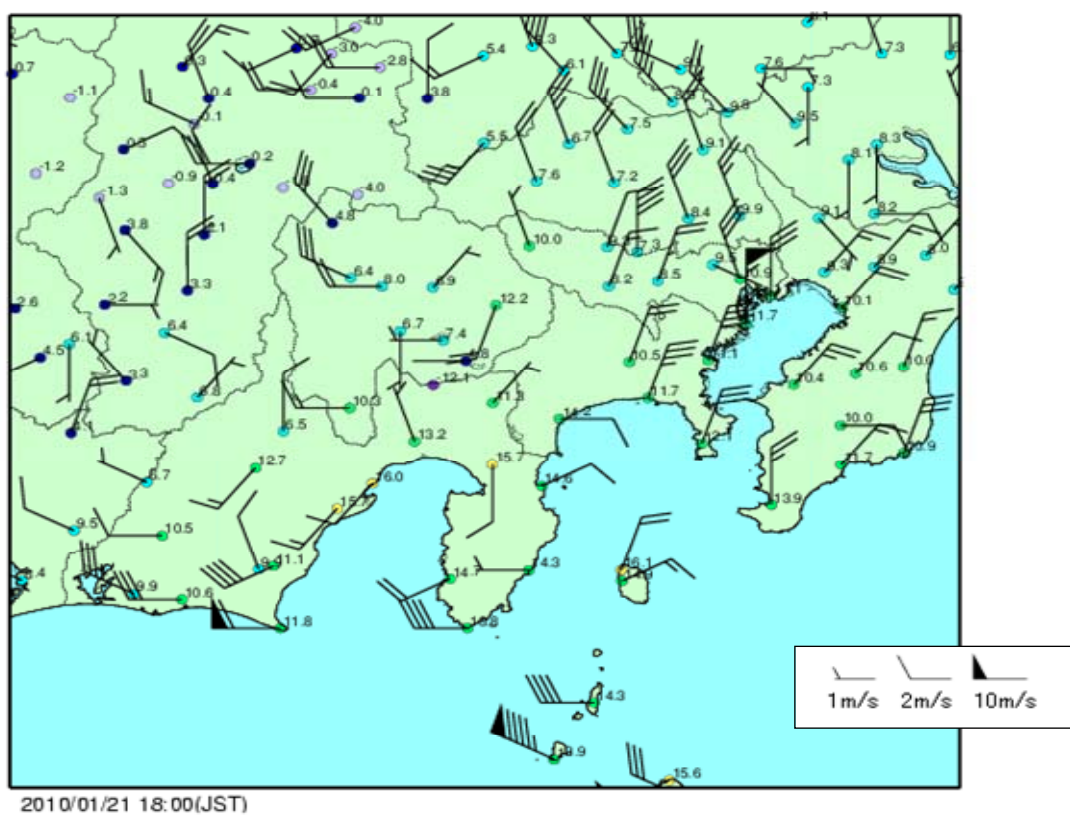



図２－１５　１月 21 日 18 時における静岡県及び周辺地域の風と気温

17 時から 18 時までの 20 分ごとの県内における風速の変化を**図２－１６**に示す。風向はほぼ西、または西北西の風がこの間は吹き続いていたことがわかる。強弱はあるが、この沿岸付近では平均風速 8m/s から 10m/s 程度の風が吹いていたと言える。

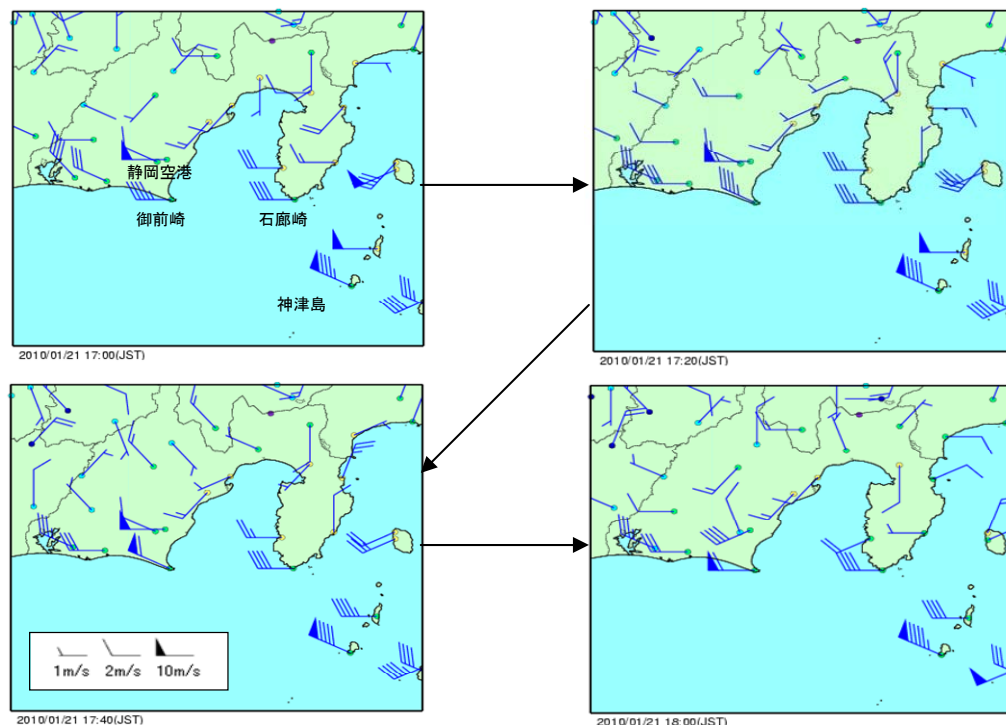



図２－１６　県内アメダスの風速変化（17 時から 20 分ごとに 18 時まで）

図２－１７に御前崎測候所の 17 時から 18 時までの風速データ（1 分値の変化）を示す。緑色のグラフは 1 分間ごとにサンプルした平均風速、青いグラフは 1 分間の最大瞬間風速である。17 時 20 分～30 分にかけて平均風速はおおよそ 8m/s～10m/s だが、17 時 30 分から平均風速は 12 m/s となり、風速は少し強まっている傾向が見える。最大瞬間風速も右肩上がりで強まっており、測候所でも 17 時 49 分に最大瞬間風速 20m/s が観測されていることから、強い風が吹いていたことは間違いないと思われる。なお、この日最も風が強かった時間帯は 19 時過ぎである。

図２－１７　御前崎測候所の風速データ（1 分値の変化）

（２）近隣で観測された風のデータ

気象庁の観測データ以外にも、近隣で風の観測記録が確認できた場所を図２－１８に示す。

1 つはコンテナクレーンの近傍で、静岡県所有の風力発電施設「ウィンクル」に設置されている観測機器（地上高 67.0m）の観測データ、もう 1 つは国土交通省清水港湾事務所の御前崎港事務所（地上高 22.5m）の観測データである。

清水港湾事務所のデータはほぼ測候所のデータと一致する。一方、ウィンクルのデータは、平均風速と最大瞬間風速がともに 20.2m/s となっているが、平均風速の算出方法が通常とは異なることや、設置高度が高いことから、参考データとして扱うべきと考えられる。ただし、最大瞬間風速は、平均風速よりも高度に依存しない特性があるため、この地域では、事故当時に最大瞬間風速で 20m/s 程度の強風が吹いたと推察される。また、おおよそ 9m/s から 12m/s の平均風速が御前崎地区全体に吹いていたといえる。また、クレーン事故も含め、風の被害は瞬間的に強い風が吹いた時に起きる傾向にあるため、最大風速も一定の目安になると考えられる。

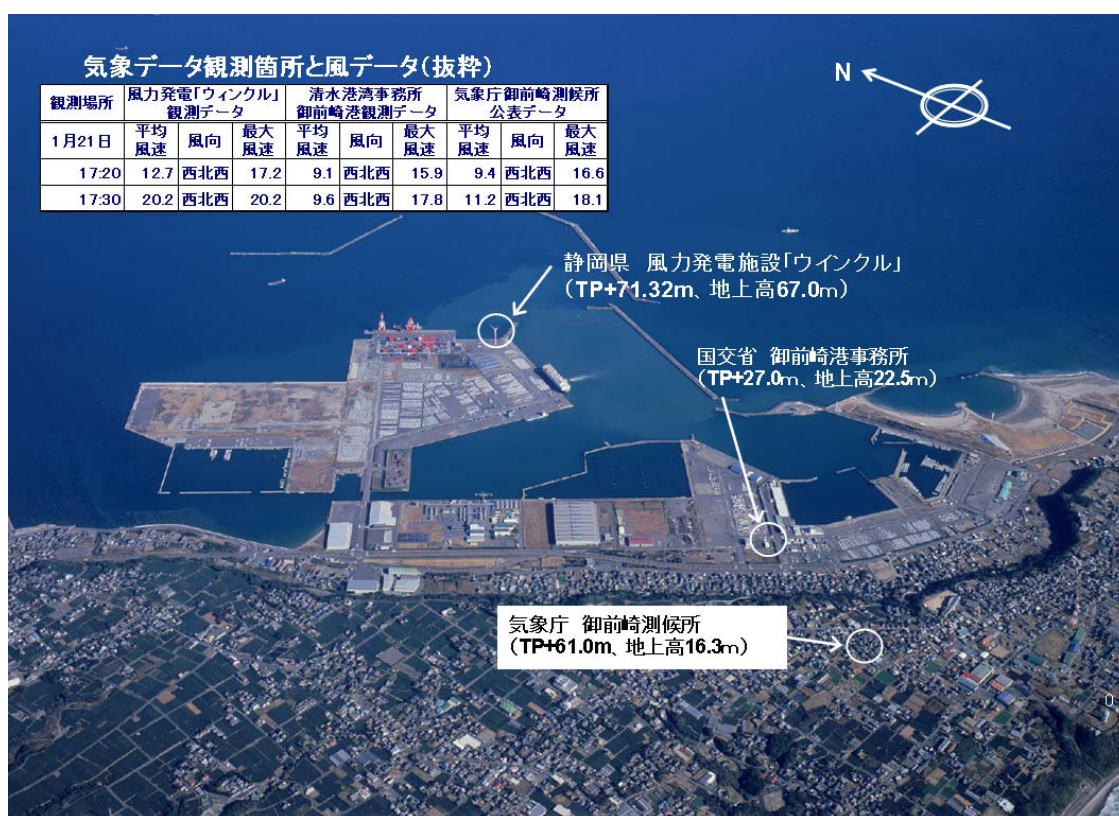
観測場所	風力発電「ウィンクル」観測データ			清水港湾事務所 御前崎港観測データ			気象庁御前崎測候所 公表データ		
1月21日	平均風速	風向	最大風速	平均風速	風向	最大風速	平均風速	風向	最大風速
17:20	12.7	西北西	17.2	9.1	西北西	15.9	9.4	西北西	16.6
17:30	20.2	西北西	20.2	9.6	西北西	17.8	11.2	西北西	18.1

※TP…海面からの高さ

図２－１８　近隣の気象データ観測箇所と風データ（抜粋）

風況のまとめ

○　周辺の風の状況

観測場所	風力発電「ウィンクル」観測データ			清水港湾事務所 御前崎港観測データ			気象庁御前崎測候所 公表データ		
1月21日	平均風速	風向	最大風速	平均風速	風向	最大風速	平均風速	風向	最大風速
17:20	12.7	西北西	17.2	9.1	西北西	15.9	9.4	西北西	16.6
17:30	20.2	西北西	20.2	9.6	西北西	17.8	11.2	西北西	18.1

・　17時30分には平均風速は9m/s前後。最大瞬間風速は18m/s前後。10分前に比べ風は強まっている。

○　事故当日の注意報等

・　静岡地方気象台では21日16時55分に強風・波浪注意報を発表している。
「22日昼前まで風が強く波はうねりを伴ってしける。最大風速は、陸上で毎秒13メートル。海上で毎秒18メートル。波の高さは、4メートル」

7　原因を分析するための調査・試験等

（1）コンテナクレーンの分解による損傷・動作確認調査

事故後の平成22年3月4日から5日までの2日間、製造メーカーである三菱重工㈱がコンテナクレーン2号機の損傷状況確認調査を実施し、次のとおり報告されている。なお、本調査は、特に事故後の走行駆動部の損傷状況と、電動機空回しによる動作の確認、走行運転インターロックの健全性の確認を実施調査したものである。

【調査結果】

実機調査結果、概観上の損傷は無く、コンテナクレーン走行関係部の動作、インターロックは正常であることを確認した。

①　走行電動機

・　外観、絶縁抵抗、相間抵抗、ブラシスリップ面を確認したが、過負荷等によるコイル損傷は確認できなかった。

・　電動機、ウォーム減速機一体で空回り運転を実施したが、軸受温度上昇も無く正常である。

②　巻上、横行、起伏電動機

・　外観上、発錆、損傷も無く、絶縁抵抗、相間抵抗もあり使用上問題ないと判断できる。

③　走行ブレーキ

（a）ブレーキ本体

・　ブレーキスプリング長の設定値は規定値（180㎜以下）であったが、全体的に錆、腐食が激しく、ブレーキライニングの片当り修正も出来ない状態である。

・　ブレーキ開閉動作に均一性が無く（本体各ピン部の動きが硬い）、ブレーキ交換が必要である。

・　陸側2台のブレーキライニングの磨耗が極端に不均一となっている。

（b）ブレーキドラム

・　ブレーキドラム表面は、完全に腐食し、錆・酸化スケール状態（錆が被膜化した状態）になっており、一部表面が剥げ落ちている箇所もあり、ブレーキライニングとの接触が不十分であったと考える。従って、ブレーキドラムは交換が必要である。

④　走行ウォーム減速機

・　外観上発錆はあるが外傷も無く、空回し運転（正逆 30 分）において、陸側に比べ海側左右2台の騒音は若干高いが、異音、軸受部の異常な温度上昇も無く正常である。

⑤　走行レールクランプ

・　操作室からの指令（手動、連動運転）通り、爪の開閉動作が行われており、正常である。

・　陸側のクランプ爪の閉動作が海側に比べて遅いので、スプリング部の分解清掃が必要である。

・　海側及び陸側の爪部分は、レールとの接触面が西側面の磨耗に対し、東側面が大きく磨耗している。

・　東側磨耗面の錆は茶褐色で新しい（事故直後光沢があった）ことから、クレーンが東側に逸走中に急激に磨耗したものと考えられる。

⑥　走行ケーブルリール

・　今回の調査で動作確認は実施していないが、外観、電動機の絶縁抵抗については異常も無

く、事故による損傷は認められない。(平成 22 年 2 月 20 日のクレーン移動時に、正常に走行給電ケーブルを巻き取ることを確認している。)

⑦ 風向風速計

・ 調査用に持参した簡易風速計を用いて、操作室設置の風向風速計の健全性確認を実施したが、風向、風速指示値ともほぼ一致している。
・ また、風速の一次、二次設定値を調整し、ランプ点灯と正常にブザーが鳴ることを確認した。
・ ブザー音はリセットしないと止まらないことも確認した。

⑧ 走行警報

・ 走行運転中は、故障箇所を除いて走行警報ホーンが鳴り、回転灯が点灯することを確認した。
・ 陸右側及び海左側のスピーカ(警報ホーン)は壊れていたが、回転灯ランプの切れは無かった。
・ 壊れている陸右側及び海左側のスピーカ(警報ホーン)は復旧の必要がある。

⑨ 走行運転インターロックの確認

・ 走行電動機、ブレーキ、レールクランプ(手動時、連動時)のインターロックが、クレーン走行ロジック通り正常動作することを確認した。
・ レールクランプ連動運転時に走行停止(コントローラー0 ノッチ:走行指令 OFF)した場合のクランプ閉(自動)までの作動時間は、オリジナルの設定値 2 分に対し、30 秒にセットされていることを確認した。

※ 御前崎港コンテナクレーン 2 号機修繕工事　走行駆動部の損傷及び動作確認調査報告書

■ 走行駆動部の損傷状況、電動機作動確認、走行運転インターロック健全性確認

1 走行電動機(モーター)
・過負荷等によるコイル損傷は確認されていない
・空回り運転において、軸受温度上昇もなく正常

2 走行減速機
・外観上発錆はあるが外傷はない
・騒音は若干高いが、異音・軸受部の異常な温度上昇も無く正常

3 風向風速計
・調査用の簡易風速計と風向、風速値がほぼ一致しており、健全性を確認
・風速の一次、二次設定を納入時の設定値に戻し、ランプ点灯と正常にブザーが鳴ることを確認
(納入時の16m/secに対し、一次は24m/sec、二次は25m/secにセットされていた。)
・ブザー音は、リセットしないと止まらないことを確認

4 走行運転時インターロック確認
・走行電動機、ブレーキ、レールクランプ(手動時、連動時)のインターロックが、正常作動することを確認
(レールクランプ連動運転時に走行停止した場合のクランプ閉までの作動時間は、納入時の2分に対して、30秒にセットされていた。)

(2) レールクランプおよびブレーキの試験

① レールクランプ試験　(平成 22 年 4 月 9 日実施)

コンテナクレーン 2 号機の走行装置に取り付けられているレールクランプ(海側・陸側各 1 台)の試験実施時における保持力の計測を実施した。

【保持力測定方法】

・ 保持力測定は、御前崎港現地の走行レールにて実施
・ 海側・陸側のレールクランプ 2 台をクレーン本体から取り外し、クレーン走行部に油圧ジャッキを設置したレールクランプ試験装置に移動して試験を実施
・ レールクランプ保持力測定は、東側(逸走方向)と西側(反逸走方向)で実施

・　レールクランプ保持力測定は、油圧ジャッキによりレールクランプを押し、ジャッキ力を測定しながら計測し、レールクランプが滑った時点のジャッキ力をレールクランプ保持力とする

試験結果を以下に示す。

立会者
田中博通

レールクランプ保持力計測試験記録フォーム

場所　御前崎港現地（仮係留位置）		計測日時 H22 年 4 月 9 日 天候　くもり	
装置名称		計測項目	計測結果
レールクランプ（海側） 13:15～14:20	右側（東側）（逸走方向）	クランプ間隔　(mm) レール幅 98.02 ～ 98.25 mm	① 97.71 mm ② 97.76 mm
		レールクランプ保持力 F_{SR} (kN)	58 kN
	左側（西側）（反逸走方向）	クランプ間隔　(mm)	
		レールクランプ保持力 F_{SL} (kN)	114 kN
レールクランプ（陸側） 10:30－11:30	右側（東側）（逸走方向）	クランプ間隔　(mm) レール幅 99.7～99.8 mm	98.1 mm 98.15 mm
		レールクランプ保持力 F_{LR} (kN)	85 kN
	左側（西側）（反逸走方向）	クランプ間隔　(mm)	—
		レールクランプ保持力 F_{LL} (kN)	※ 301 kN（打ち切り）

※ 300kNを超えた為 終了

（参考）
35m/s 時　計算上必要なレールクランプ保持力　291.8kN
（注意）
レールクランプの保持力はレールをクランプする箇所の摩耗状況によっては、大きく変化することが予想されます。特に今回の試験対象となるレールクランプのレールをクランプする箇所については、逸走事故発生前と比較して、逸走時に大きく摩耗した可能性があります。よって今回の試験では逸走時のレールクランプの保持力の再現はできません。ご了承願います。

・　逸走したことにより、レールとの接触面が著しく磨耗を受けたとされる右側方向については、海側、陸側ともに保持力は低い値となっている。
・　反逸走方向については、陸側が所定の保持力を超えたため、301kN で試験を打ち切った。
・　また、海側については、114kN の結果となった。

②ブレーキトルク試験

コンテナクレーン2号機の走行装置に取り付けられている走行ブレーキ（海側・陸側計4台）の事故当時を想定したブレーキトルクの計測を実施した。（今回のブレーキトルク計測試験に使用するブレーキは、現地で本体を取り外し、工場で組み立てて試験するため、現地での取り付け状況を厳密に再現することは出来ない。）

【計測項目】

- ブレーキトルク計測前確認（外観・構造確認、絶縁抵抗計測、巻線抵抗計測、動作特性計測）
- 静摩擦トルク計測

このうち、静摩擦トルク計測の結果を以下に示す。

	試験条件	回数	バネ長さ (mm)	右回転時測定値 WT (kg)	右回転時測定値 T (N・m)	左回転時測定値 WT (kg)	左回転時測定値 T (N・m)
陸右	事故直後のバネ状態	1	178	21.5	201	22.0	206
		2		20.0	186	21.0	196
		3		19.5	181	20.0	186
	設計時仕様(参考値)	1	180	17.5	162	15.0	137
		2		18.5	172	19.5	181
		3		18.5	172	19.5	181
陸左	事故直後のバネ状態	1	179	23.5	221	25.0	235
		2		24.0	225	23.5	221
		3		24.0	225	21.0	196
	設計時仕様(参考値)	1	180	17.5	162	17.5	162
		2		16.0	147	17.0	157
		3		17.0	157	18.0	167
海右	事故直後のバネ状態	1	179	8.5	74	1.5	5
		2		7.5	64	1.5	5
		3		7.0	59	1.5	5
	設計時仕様(参考値)	1	180	6.0	49	1.0	0
		2		6.0	49	1.0	0
		3		5.5	44	1.0	0
海左	事故直後のバネ状態	1	175	2.0	10	2.0	10
		2		2.0	10	2.0	10
		3		2.0	10	2.0	10
	設計時仕様(参考値)	1	180	1.5	5	1.0	0
		2		1.5	5	1.5	5
		3		1.5	5	1.5	5

Ｔ＝（ＷＴ－ＷＤ）×Ｌ×９．８

今回のブレーキトルク計測試験は、逸送時の状況を再現（逸送前のトルク設定等）したものではありません。
ご承知おき下さいます様 お願い申し上げます。
（詳細は　E04719 走行ブレーキトルク計測試験要領を参照下さい）

・ 計測の結果、陸側については、設計時作動トルク 206Nm に対し、陸右側の右回転の平均値は 189Nm（設計の 92%)、同じく陸右側の左回転の平均値は 196Nm（95%)、陸左側の右回転の平均値は 224Nm（109%)、陸左側の左回転の平均値は 217Nm(105%)との結果となった。(陸側左については、逸走時にライニングが破損しており、ライニングを新品に交換しての試験結果である。)
・ 同じく海側については、海右側の右回転の平均値は 66Nm（設計の 32%)、海右側の左回転の平均値は 5Nm（2%)、海左側の右回転の平均値は 5Nm（2%)、海左側の左回転の平均値は 10Nm（5%）となった。
・ この結果、陸側については、ほぼ設計程度のトルクは得られたものの、海側については、ブレーキトルクがほとんど発揮されないことが判明した。
・ これは、海側走行ブレーキが、海象条件の厳しい激浪時、常に波しぶきにさらされ、塩害による腐食が著しく進行したためと考えられる。

（３）映像記録によるコンテナクレーンの動きの再現

御前崎港は、SOLAS 条約に基づき、港湾施設の保安対策を実施するため、岸壁にフェンスを張り、監視カメラを設置している。今回、その監視カメラに逸走事故時のクレーンの動きが記録されており、その映像記録からクレーンの動きを再現した（**図２－１９**)。

事故に至る異変は、ほぼ 17 時 20 分から 30 分までの 10 分間に起こっている。図中の「ランプ点灯状況」とは、映像で確認できる走行ランプの明滅を示す。走行モーターが作動すると走行ランプが点灯することから、このランプの明滅により走行モーターによる動きと、それ以外の要因による動きとが区別できる。

映像によれば、荷役位置（ベイ 10）の前後で、風に流されてはモーターで戻るといった動きを繰り返していることが確認できた（**図２－１９**の番号１～16)。その後、固定のための逸走防止金物（アンカー）位置まで移動するため、ブームダウンのまま船首側に約 50m 移動した（**図２－１９**の番号 17)。しかし、50m 移動したところで、ブームダウンのままではコンテナ船のマストに衝突してしまうことがわかり、その場で停止し、ブームアップの動作を行おうとした。このブームアップ動作のために操作室を定位置に戻す操作を行い（**図２－１９**の番号 18)、操作室が戻った直後、ブームダウン状態のまま逸走を開始している。逸走開始から 95 秒、距離にして 120.35m 逸走したところで、コンテナ船のレーダーに衝突し停止した（**図２－１９**の番号 19)。

（横軸１目盛＝5m）

番号	クレーンの動き等	時刻	ランプ点灯状況
1	・BAY10に移動 ・オペをE→Fへ交代	17:20:00	●
2	・船尾側にゆっくり流される ・この時ゼロノッチ	17:20:35	●
3	・流されたため起動ランプ点灯	17:20:47 ～ 17:20:55	☼
4	・オペ交代	17:21:00 ～ 17:22:10	●
5	・スプレッダを一杯まで巻上 ・風による移動無	17:22:10 ～ 17:22:30	●
6	・動き無し	17:22:30 ～ 17:23:00	●
7	・船首側に移動 ・3ノッチ ・23:35から動き鈍る	17:23:02 ～ 17:23:43	☼
8	・微妙に戻され、再び起動	17:23:43 ～ 17:23:47	● 4秒消灯
9	・船首側へ微速移動	17:23:47 ～ 17:24:36	☼
10	・消灯後、5秒程度流され、24:45に起動ランプ点灯	17:24:36 ～ 17:24:59	●→☼ 9秒消灯後点灯
11	・動き無し	17:24:59 ～ 17:25:07	●→☼ 4秒消灯後点灯
12	・消灯時に若干流される	17:25:07 ～ 17:25:22	●→☼ 8秒消灯後点灯
13	・動き無し	17:25:22 ～ 17:25:31	●→☼ 3秒消灯後点灯
14	・動き無し	17:25:31 ～ 17:26:00	●→☼ 4秒消灯後点灯
15	・消灯時に若干流される	17:26:00 ～ 17:26:30	●→☼ 6秒消灯後点灯
16	・動き無し	17:26:30 ～ 17:26:40	●→☼ 2秒消灯後点灯
17	・秒速1m弱で船首側へ移動 ・5ノッチ	17:26:40 ～ 17:27:40	☼
18	・本線船首マストで停止 ・28:00にトロリを定位置へ戻す	17:27:40 ～ 17:28:00	●
19	・慣性によるトロリの揺り返しと同時にクレーン逸走開始	17:28:00 ～ 17:29:35	●

図２－１９　映像記録から再現したクレーンの動き

（4）関係者への聞き取り調査

① コンテナクレーン設置者（静岡県）による荷役業者聞取り調査

平成 22 年 2 月 16 日、事故検証のため、設置者である静岡県が、当日 2 号機を使用していた鈴与㈱から、当時の状況の聞き取り調査をおこなった。詳細は以下のとおり。

- 御前崎港では、クランプは通常、手動に設定している。(1、2 号機とも自動とした場合は、クランプ解除に時間がかかり、荷役のための移動が大変であるため。)
- 荷役作業位置で 2～3m 流されたときにクランプボタンを押してみたが、流されたため、係留場所への移動を試みた。
- 逸走開始時点では、1 号機が荷役で船首側に上がってくる予定であり、ブームも未格納であったため、クランプはかけなかった。
- 係留装置手前で風にながされ、結果、係留できなかった。
- 逸走時、陸側右車輪から白煙とともにポンという音が出た。フルノッチでも逸走していたため、制御不能と感じた。
- 風速計は運転席背後にあり、運転中は一瞬しか見られない。風速計は 22m/s ほどを記録したのではないか。

② 委員立会いによる関係者聞取り調査

コンテナクレーンの点検結果や事故当時の状況について、3 月 9 日に静岡県御前崎港管理事務所で、田中委員長及び清水委員による関係者ヒアリングを行った。関係者の会社名と担当業務を表２－８に示す。

表２－８　聞取り調査を行った会社及びその担当業務

<table>
<tr><th>区分</th><th>会　社　名</th><th>担　当　業　務</th></tr>
<tr><td>メーカー</td><td>三菱重工業㈱</td><td>・ 2 号機製造メーカー</td></tr>
<tr><td rowspan="5">点検業者</td><td rowspan="2">エムイーシーエンジニアリングサービス㈱</td><td>・ 2 号機年次点検の請負業者
・ 年次点検　1 回/年(2 月)
・ 2 号機設置メーカーの子会社</td></tr>
<tr><td>・ 月例点検の御前崎埠頭㈱からの下請業者
・ 月例点検　2 回/年（6、10 月）
・ 2 号機の機械系・電気系を点検</td></tr>
<tr><td>御前崎埠頭㈱</td><td>・ 1、2 号機月例点検の請負業者</td></tr>
<tr><td>JFE テクノス㈱</td><td>・ 月例点検の御前崎埠頭㈱からの下請業者
・ 月例点検　9 回/年＊2 基＝18 回/年
・ 1、2 号機の機械系を点検</td></tr>
<tr><td>㈱イムテック</td><td>・ 月例点検の御前崎埠頭㈱からの下請業者
・ 月例点検　9 回/年＊2 基＝18 回/年
・ 1、2 号機の電気系を点検</td></tr>
<tr><td rowspan="2">荷役業者</td><td>鈴与㈱</td><td>・ 事故当時の 2 号機のオペレーター</td></tr>
<tr><td>㈱上組</td><td>・ 事故当時のフォアマン（全体作業責任者）</td></tr>
</table>

○ 製造メーカー（三菱重工業㈱）

- 機械室で非常停止ボタンを押すことは通常考えられない。
- ライニングの片減りは月例点検時には元々あったかもしれないが、急激な磨耗については今回の事故のものと思われる。
- 緊急停止ボタンは操作室にあるが、機械室にも非常停止ボタンがある。操作室で基本的に主幹電源の入り切りができ、これは操作室が優先を持っているが、非常停止はコンテナクレーンの足のところにあるため誰でも押せる。非常停止ボタンの解除は機械室でしか出来ない。
- 非常停止を押しても照明は消えないため、映像では非常停止を押したかどうかはわからない。

○ 点検業者（エムイーシーエンジニアリングサービス㈱、御前崎埠頭㈱、JFE テクノス㈱、㈱イムテック）

- 月例点検はエムイーシーエンジニアリングサービス㈱と JFE テクノス㈱が行っており、基本的に月ごとにどちらが点検するかが決まっている。今回事故が起きた前の月（12 月）は JFE テクノス㈱が担当。各社連絡を取り合って実施している。
- ブレーキライナーは 50%減ったところで交換するという指針のもとに点検しているが、今のコンテナクレーンは速度が 15%まで低下したところでブレーキをかけるため、ほとんどブレーキには負担がかからないような制御方法になっている。ライニングの交換時期に大体何年というようなものは無い。
- ライニングの月次点検は目視でやっている。年次点検のときは計測をしている。
- 停止時にクランプがかかっている状況でコンテナクレーンが逸走することは考えられない。しかし、既に逸走してしまっている場合はレールクランプをかけても止められるものではない。
- 通常、コンテナクレーン作業をしているときに、動かしながら非常停止ボタンを押すことはあまりない。非常停止は回っているものを無理やり止めるため、通常行わない。
- 逸走時に主幹電源が落ちたとオペレーターは証言しているが、主幹電源が落ちる原因は、振動や過電流が考えられる。しかし、電気系の故障の履歴は残らないため、主幹電源が落ちた原因を特定することは難しい。
- 利用者からのクランプの利きが悪い、ブレーキが甘い等の報告は、御前崎埠頭㈱は聞いていない。

○ 事故機の荷役業者（鈴与㈱）

- スプレッダを巻き上げるとき、トロリーを戻すときは、ノッチはゼロ、レールクランプはかけていない。
- ブームダウン状態でアンカーまで移動しようとしたのは、その態勢が一番安定しており、対処し易いからである。既に何回か流されていたので、本船マスト位置まで持っていってブームを上げることを考えた。
- 逸走しだしてから主幹電源が落ちた。
- モーター付近で煙が出ていると聞いたことはあるが、ブレーキの摩擦で出たのか、モーターの過負荷で出たのかはわからない。
- 主幹電源が落ちた後、運転席内にいたオペレータのうちの一人が、止めようと非常停止ボタンを押した。非常停止ボタンを押すと、機械室でしか復帰できないため、ぎりぎりまで押さなかった。
- 主幹電源が落ちた原因と考えられる事故時の走行若しくは横行モーターの不具合というのは、メンテナンス業者には伝えていない。
- 事故前まで普通に運転できていて、無抵抗のように流されることは今まででは考えられない。

・ 風が強いと、確かにアンカー方向へ走行し辛いことがあったが、流されてしまうということはなかった。
・ クランプは故障が多い。
・ 古い機械のため実際いろいろなところが故障したが、オペレーターやメンテナンスの方との情報の共有の場はない。情報は御前崎港管理事務所や、御前崎埠頭㈱には伝えるが、直接業者に伝えることはない。フォアマンには伝えている。
・ 修理については内容が難しく、故障した箇所を知らなければ、直ったことも気づかないこともある。
・ 機械の個性が強いため、オペレーターの技術で調子が悪い部分をやりくりしているところもある。

○ 事故時の作業責任者（㈱上組）

・ 御前崎港の荷役サービスは鈴与㈱と㈱上組の共同運営（御前崎国際コンテナターミナル共同運営事業体）。2 社で必要な要員、必要な荷役機械等を五分五分で調達した。仕事は本船当番とヤード当番を 1 週間交代、今回の事故時は上組が本船の当番であった。
・ 風が吹いたときの作業の様子見や中止など、最終的な判断はフォアマンだが、何かあればまずオペレーターや船内荷役作業主任者が仕事を中止し、フォアマンに連絡をする体制。本船との調整はフォアマン。
・ 交互に使っているため、調子が悪いことやトラブルの有無等の情報はお互いに共有している。フォアマンと異なる会社が動かしている 2 号機に発生した不具合でも、フォアマンは本船等との調整をする必要があるので、両方のクレーンのことを把握していると考えている。
・ 2 号機は電気系統等のトラブルが頻繁にあり、オペレーターとしてはあまり乗りたくない。1 号機で済む場合は 1 号機のみで対応している。
・ 電気トラブルの後、どこを直したかについて文書化の義務はない。メモ書き程度のエラーの内容は残しているが、両者で共有する習慣はない。（直って使えるようになれば問題はないため。）
・ 通常クランプは使わず、最終的にアンカーに係留するため、極端なことをいえばレールクランプについて重視していなかった。
・ オペレーターからの要望は、毎月 1 回安全衛生会議を開催し話し合っているが、メンテナンス会社への連絡は御前崎埠頭㈱が行うため、メンテナンス会社に伝わるかは御前崎埠頭㈱の判断次第となる。

（注）他の調査結果より、①クランプをかけたこと、②逸走時に主幹電源が落ちたことの確認は取れなかった。

Ⅲ　確認内容等に基づく分析

1　コンテナクレーン自体に関する課題の分析

（1）クレーン構造規格による風速・速度圧の分布解析

コンテナクレーンに作用する風荷重の考え方は、クレーン構造規格の第9条に示されており、クレーンに作用する風荷重の値は次の式により与えられている。

$W=qCA$

この式において、W、q、C及びAは、それぞれ次の値を表すものとする。

W：風荷重（N）

q：速度圧（N/m^2）

C：風力係数

A：受圧面積（m^2）

速度圧の値は、クレーンの状態に応じて、それぞれ以下に掲げる式により計算して得た値とされる。

作動時　$q=83\times\sqrt[4]{h}$　　風速16m/sとして導かれた式

停止時　$q=980\times\sqrt[4]{h}$　　風速55m/sとして導かれた式

※　hは、クレーンの風を受ける面の地上からの高さを表す。ただし、高さが16m以下の場合は16をとる。

風力係数Cや受圧面積Aの考え方は、クレーン構造規格の第9条に詳細に示されている。

また、道路橋示方書に示されている風荷重の算定式を下記に示す。

$p=0.5\rho U_d{}^2 C_d G$　（単位面積当りの風荷重ｋN/m^2）

$P=pA_n$　（橋軸方向単位長さ当りの風荷重ｋN/m）

ここに、

ρ　：空気密度（1.23kg/m^3）

U_d　：設計基準風速（m/s）

C_d　：効力係数

G　：ガスト応答係数

A_n　：橋軸方向単位長さ当りの有効鉛直投影面積（m^2/m）

この式から分かるように、理論上、風荷重は風速の二乗に比例して増大する。クレーン構造規格の風荷重とクレーンの風を受ける面の地上からの高さｈとの関係式から、風速と高さｈとの関係を導くと、高さ16mを基準とし、16mを超える高さｈにおける風速U_hは、以下の式となる。

$U_h=U_{16}\times(h/16)^{1/8}$

ここに、U_{16}は高さ16mにおける基本風速（16m/s）

これら、クレーン構造規格による高さと風速及び速度圧と地上からの高さとの関係を**図３－１**に示す。

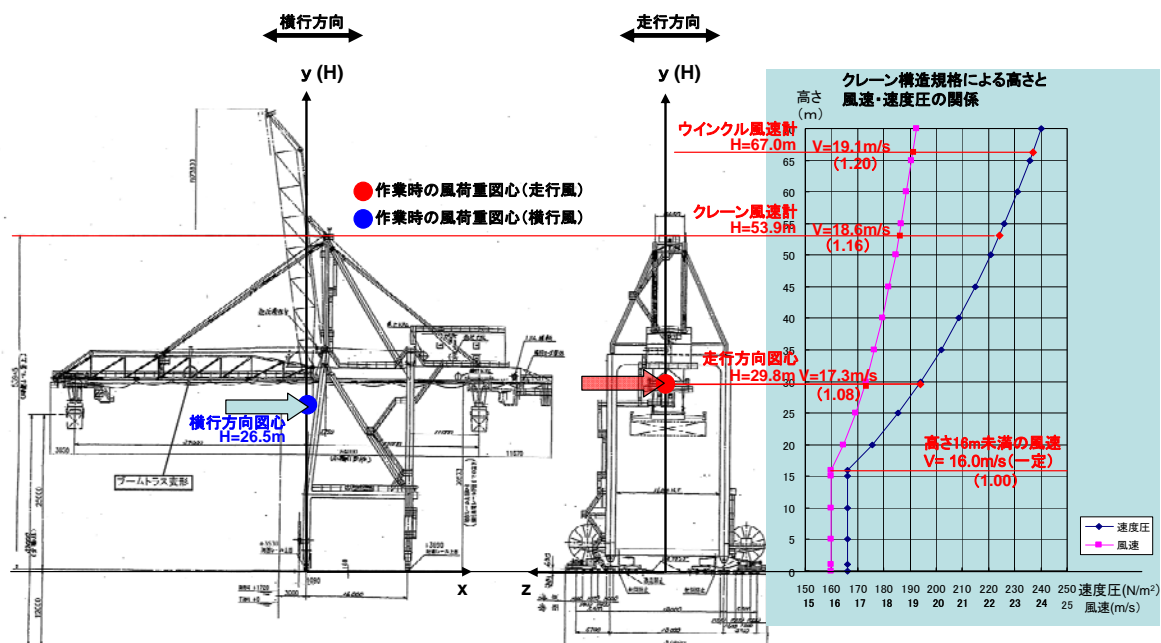



図３－１　クレーン構造規格による風速・速度圧の分布図

グラフの縦軸は高さを表しており、コンテナクレーンの組立図と縮尺を合わせている。横軸には、速度圧及び風速を示しており、クレーン構造規格によれば、高さ h=16m まではどちらの値も一定値を取り、16m を越えると、べき指数（速度圧は 1／4 乗、風速は 1／8 乗）の関係で値が増大する。

例えば、高さ 16m までの風速を 1.00（16m/s）とすると、コンテナクレーンの重心位置 h=29.8m では $29.8^{1/8}/16^{1/8}$＝1.08 倍（17.3m/s）となり、コンテナクレーンの風速計の位置 h=53.9m では、$53.9^{1/8}/16^{1/8}$＝1.16 倍（18.6m/s）、ウインクル風速計の位置 h=67.0m では $67.0^{1/8}/16^{1/8}$＝1.20 倍（19.1m/s）として換算できる。

コンテナクレーンの安定計算では、上述した速度圧の分布がコンテナクレーンに作用するとし、風荷重を集計した値をコンテナクレーンの重心位置に与え、転倒等に対する安全性の検証を行う。

（２）風荷重に対するコンテナクレーン性能の分析

コンテナクレーン 1 号機と 2 号機の風荷重に対する性能比較について**表３－１**に示す。

① 走行ブレーキの性能比較

クレーン構造規格により定められている走行ブレーキの性能や走行電動機（モーター）の動作性能は、クレーンメーカーによって設計手法に特色があり、その差が数値に現れている。作業の限界基準となる風荷重（風速 16m/s）に対する走行ブレーキの余裕は、1 号機が 16m/s の風荷重 162.8kN に対し走行ブレーキ力 346.3kN と 2 倍程度の余裕を有しているのに対し、2 号機の場合は、16m/s の風荷重 145.1kN（ブームダウン時）に対し、走行ブレーキ力と摩擦抵抗力を合わせた抵抗力は 167.5kN となっており、115%程度の余裕となっている。この走行ブレーキ能力を限界風速値に換算すると、1 号機は 16×√（346.3/162.8）＝風速 24.6m/s まで、また 2 号機は 16×√（167.5/145.1）＝風速 17.2m/s までは滑らないと推算される。

② 走行電動機の性能比較に

コンテナクレーンの走行電動機は、16m/s の風が吹いた場合においても、逸走を防止する措

置を講ずることができる箇所まで走行させることができる出力を有することとされている。

1 号機と 2 号機の走行電動機の動作性能を比較すると、1 号機が 16m/s の風荷重 162.8kN 及び走行抵抗力 37.3kN に対し、モーターによる最大駆動力は 334.5kN と 167%の余裕を有しているのに対し、2 号機の場合は、16m/s の風荷重 145.1kN（ブームダウン時）に必要となる動力 122kW 及びクレーンの走行抵抗所要動力 27kW に対し、モーターによる最大出力は 200kW となっており、その余裕は 134%となっている

この走行電動機の能力を限界風速値に換算すると、1 号機は 16×√（297.2/162.8）＝風速 21.6m/s、2 号機は 16×√（206.1/145.1）＝風速 19.1m/s まで、風荷重に対抗して 45m/min の速度で走行可能と推算される。

③ 性能比較からの分析

逸走事故当時は、1 号機、2 号機ともに、強風に対し走行ブレーキにより対応していた。2 号機は、強風による風荷重に走行ブレーキが耐えきれず逸走したが、1 号機については、この風荷重による影響が現れなかったことから、事故を起こした当時の風は、少なくとも 1 号機の走行ブレーキ能力の上限は超えていない。

なお、ウインクルに設置されている風速計（地表高 h=67m）の記録は、事故当時、最大風速 20.2m/s を記録しており、**図３－１**に示す関係から、これを地表高 h=16m に換算すると、20.2/1.2＝風速 16.8m となる。また、コンテナクレーン２号機に設置されている風速計（地表高 h=53.9m）では、事故当時、目視により 22m/s が確認されており、これを地表高 h=16m に換算すると、22/1.16＝19m/s となる。

表３－１　コンテナクレーン１号機と２号機の風荷重に対する性能比較表

クレーンの諸元・動作	コンテナクレーン１号機	コンテナクレーン２号機
クレーンが受ける風荷重	■ 16.6 t重 (SI単位系への換算)⇒162.8 kN	■ブームダウン時 145.1 kN ■ブームアップ時 156.9 kN
走行ブレーキの性能	走行ﾌﾞﾚｰｷ力 35.3 t重 ⇒346.3 kN ■ 2倍程度の余裕 ⇒ 風速24.6m/s 程度までは滑らない ※ 設計上、走行抵抗(摩擦)力は期待していない。	ｸﾚｰﾝの摩擦抵抗力 30.0kN 走行ﾌﾞﾚｰｷの抵抗力 137.5kN 合計 167.5 kN ■ブームダウン時 115% の余裕 ⇒ 風速17.2m/s 程度までは滑らない ■ブームアップ時 107% の余裕 ⇒ 風速16.6m/s 程度までは滑らない
走行電動機（モーター）の性能	ﾓｰﾀｰの総定格出力(8台) 128 kW/ｸﾚｰﾝ ※電動機出力補正係数 2.5 ﾓｰﾀｰによる駆動力 34. 1t/ｸﾚｰﾝ⇒ 334.5 kN /ｸﾚｰﾝ 走行抵抗(摩擦)力 3.8 t/ｸﾚｰﾝ ⇒37.3 kN /ｸﾚｰﾝ 風荷重 16.6 t/ｸﾚｰﾝ ⇒ 162.8 kN /ｸﾚｰﾝ ■ 334.5÷(37.3+162.8) 167%の余裕 ⇒ 風速21.6m/s 程度まで走行可能	ﾓｰﾀｰの総定格出力(4台) 100 kW/ｸﾚｰﾝ 総最大出力（定格出力の200%で、継続時間１分） 200 kW/ｸﾚｰﾝ ｸﾚｰﾝの走行抵抗所用動力 27 kW/ｸﾚｰﾝ ﾌﾞｰﾑﾀﾞｳﾝ時 145.1kN に抵抗する動力 122 kW/ｸﾚｰﾝ ﾌﾞｰﾑｱｯﾌﾟ時 156.9kN に抵抗する動力132 kW/ｸﾚｰﾝ ■ブームダウン時 134% の余裕 ⇒ 風速19.1m/s 程度まで走行可能 ■ブームアップ時 126% の余裕 ⇒ 風速18.4m/s 程度まで走行可能
クレーン重量	667 t	552 t
走行ﾓｰﾀｰの定格出力に対する検証	走行抵抗力/ﾓｰﾀｰ総定格出力時の駆動力 37.3÷(334.5/2.5) = 0.28	走行抵抗所要動力/ﾓｰﾀｰ総定格出力 27÷100 = 0.27

（３）損傷・動作確認調査結果の分析

実機調査の結果、外観上の損傷は無く、コンテナクレーン走行関係部の動作、インターロックは正常であることを確認した。

ただし、ブレーキ本体における全体的な錆、腐食の進行、ブレーキライニングの磨耗、ブレーキドラムの腐食、走行レールクランプのレールクランプ爪の磨耗など、一部問題が発見されたため、走行ブレーキ及び走行レールクランプについて、性能テストを行うこととした。

（４）走行ブレーキおよびレールクランプ試験の分析

①　走行ブレーキ試験

走行ブレーキ試験の結果、陸側に設置されていた走行ブレーキについては、ほぼ設計程度のトルクは得られたものの、海側のものについては、ブレーキトルクがほとんど発揮されないことが判明した。また陸側の左の走行ブレーキについては、逸走事故によりライニングが破損したため、新品のライニングを設置して試験をしており、事故前の状況の再現は困難となっている。

この試験結果から、逸走事故直前の走行ブレーキ力は、最大でも所定の性能の 1/2 程度であったと考えられる。走行ブレーキ力は、三菱重工業㈱の計算書によれば 4 台で 137.5kN とされており、当時の走行ブレーキ力を 137.5/2＝68.8kN と仮定すると、これに走行抵抗力 30.0kN を加えた数値が風荷重に対応できた力となる。

風速 16m/s の風荷重 145.1kN（ブームダウン時）より、この力を風速に換算すると、16×√（98.8/145.1）＝13.2m/s となり、逸走事故直前の荷役作業段階では、少なくとも、これ以上の風が吹くと風に流される状況であったと考えられる。この状況は、映像記録によるクレーンの動きの再現の中でも整合する場所が見受けられる。

なお、試験の結果、海側の走行ブレーキ力が確認できなかった要因として、海象条件の厳しい激浪時に、常に波しぶきにさらされ、塩害による腐食が著しく進行したためと考えられる。

走行ブレーキをケースカバーで密閉するなど、今後の塩害対策が重要となる。

② レールクランプ試験

レールクランプ試験の結果、反逸走方向の保持力の合計は 415kN となっており、①の走行ブレーキ力、走行抵抗力を加えた合計は、415+68.8+30＝513.8kN となる。

風速 16m/s の風荷重 145.1kN（ブームダウン時）より、この力を風速に換算すると、16×√（513.8/145.1）＝30.1m/s となる。

2　コンテナクレーン管理に関する課題の分析

（1）使用許可に係る課題の分析

本来、港湾管理者である静岡県は、コンテナクレーンの設置者として、「クレーン等安全規則」や「クレーン取扱説明書」以外に、「クレーン使用要綱」を制定し、使用者に対して、より詳細な基準や手順を示すか、あるいは、使用者に示させるべきであるが、それらが実施されていなかった。

また、「クレーン等安全規則」や「クレーン取扱説明書」についても、使用者が承知しているものと判断し、使用許可の附帯条件に明記するなどの周知徹底を図っていなかった。

加えて、現場のフォアマン等が作業の中止判断を適切に行うための強風注意報等の情報を現場へ伝える連絡体制が整っていなかった。

使用者は、コンテナクレーンの使用許可申請を共同事業体で行っているとはいえ、操作自体は各社それぞれの責任で行っているので、「維持管理業務仕様書」の作成を行い、それぞれの役割分担と責任範囲を明確にし、安全管理に関する条件を定めおくべきであったが、実施していなかった。

その結果、オペレーターは、レールクランプを使用しないで荷役作業を行うなど、安全な作業実施についての認識を不足させたまま業務を継続していたものと思われる。

以上のことから、コンテナクレーンの取扱いについて、クレーン設置者及び使用者が、非定常作業時を含んだ詳細な基準や手順を定めず、現場の担当者の判断に任せていたことが、事故発生の原因の一つであると考えられる。

また、クレーン設置者が、クレーンに関する各種規程がオペレーターに周知・徹底されているか確認していなかったことも課題である。

（2）荷役体制に係る課題の分析

荷役にあたっては、通常、1 号機 1 基を幹事会社が操作して作業を行っており、アジア・インド・パキスタン航路のコンテナ船の荷役時のみ、1 号機を幹事会社、2 号機を非幹事会社が操作して作業を行っていた。

2 基体制での荷役の場合は、コンテナクレーンの操作については各社それぞれの責任になっていたものの、幹事会社のフォアマンが荷役作業全体を統括し、取り仕切る仕組みとなっており、2 社による荷役であっても、関係者間での情報の共有や連絡体制は組織化・体系化されていた。

以上のことから、荷役体制自体には事故に結びつく問題は特にないものと考えられる。

（3）保守点検体制に係る課題の分析

表３－３　点検・修繕における事務分担

区分		実施者	備考
点検	年次点検	県	専門業者に委託
	月例点検	御前崎埠頭㈱	県からの業務委託 専門業者に再委託
	日常管理	御前崎埠頭㈱	県からの業務委託
	始業時点検	使用者	
修繕	大規模修繕	県	専門業者に委託
	小規模修繕	御前崎埠頭㈱	県からの業務委託

コンテナクレーンの保守点検体制については、上記の**表３－３**のように、点検・修繕についての事務分担が定められていたものの、次の問題があった。

・ 使用中の不具合等については、使用者が御前崎埠頭㈱に連絡するシステムが構築されていたが、その際、修理を行うか否かの判断基準が明確になっておらず、また、すぐに対処できないのであれば、その旨を全ての関係者に知らせる体制が整っていなかった。
・ コンテナクレーン設置者である港湾管理者（静岡県）と日常管理を受託している御前崎埠頭㈱、コンテナクレーンの使用許可を得ている荷役業者との間で、情報の交換や情報の共有化を図る体制が整っていなかった。
・ コンテナクレーン設置者である港湾管理者（静岡県）には、コンテナクレーンを保守する専門技術者がおらず、また、これをサポートする体制も整えられていなかった。
・ コンテナクレーンに不具合が生じた場合の報告や修繕記録と月例点検報告を総合的に判断し、コンテナクレーンの維持・保守に生かしていく問題意識が、委託者と受託者の双方で乏しかった。
・ 港湾管理者が、御前崎埠頭㈱に業務委託を行う際、契約書に「ガントリークレーン及び附帯施設を常に維持管理することにより、クレーン等を良好な状態に保持すること」という内容を詳細に記載していなかった。
・ 以上のことから、日常的な不具合や各種点検内容の報告について、関係者間で情報や問題意識の共有が図られていたとは言えず、また、専門的な知識が不足していたことで、修繕箇所や修繕時期について、適切な判断ができていなかった可能性がある。

３　コンテナクレーンの操作に関する課題の分析

（１）コンテナクレーンの操作に係る課題

① 操作規定

・ 強い風が吹いた場合の操作規定については、クレーン等安全規則と取扱説明書には記述があるものの、御前崎港のような風の強い場所の荷役に対応したような独自の使用要綱や作業規定は策定していなかった。強風時の使用中止や待避といった安全に関する部分について、業者が異なっても共有できる使用要綱等は無かった。

・ 取扱説明書はコンテナクレーンの機械室内にあり、オペレータやフォアマン等の作業者にその内容が周知されているか疑問があり、再確認することが求められる。

② 操作

・ 取扱説明書では、原則、突風が吹いたときはアンカー位置に移動し係留する。アンカー位置まで移動できない時や風で流される可能性がある時は、レールクランプをかけることになっている。今回オペレーターは、微調整の間にクランプ閉ボタンを押したと証言しているが、レールクランプが手動の場合でも、閉ボタンを押してから（映像ではランプ消灯にしてから）レールクランプが作動するまでに 4～5 秒かかる（自動の場合は 30 秒）ことから、移動中にレールクランプをかけることのできたタイミングは限られている（**図２－１９**の番号 5～6、10、12）。レールクランプ開の状態にするのに 4～5 秒かかることや、最長 9 秒しかゼロノッチ状態がないことから鑑みて、この間はレールクランプをかけていなかったと推測される。しかし、微調整の際に静止状態を保っている場面が数箇所あり、その際にレールクランプをかけて待機していれば、逸走を防げた可能性がある。

・ オペレーターのヒアリングから、コンテナ船マスト前で一旦停止し、トロリーを戻す際（**図２－１９**の番号 18～19）にレールクランプをかけていなかったことがわかった。試験では、レールクランプが閉の状態ならば、風速 30m/s 程度まで耐えることが出来ることがわかっており、トロリーを戻す際もレールクランプをかけて作業を行っていれば逸走を防げた可能性がある。

・ レールクランプは自動モードと手動モードがあるが、御前崎港のような風の強い場所では、船舶の揺れる動きに合わせコンテナクレーンを微調整する必要があるため、事故機のレールクランプは手動となっていた。なお、手動にすることは禁止されていないが、レールクランプ未使用では、コンテナクレーンの自重及び走行ブレーキのみで風に耐えることとなり、風速に対するコンテナクレーンの性能を過信し、レールクランプを使用しないことが習慣化されていたと考えられる。

・ クレーンオペレーターは荷役作業に集中しているため、風により船が揺れ動いているのか、コンテナクレーンが流されているのか判断できず、風の影響を認識しにくい。このためオペレーターがレールクランプをかけるかどうか判断することは難しい。

・ 逸走前から逸走時にかけてオペレーターはさまざまな操作を行っているが、そういった時に冷静な判断に基づく操作ができるよう、マニュアルを策定しておく必要がある。

③ 操作を補助する体制

・ 操作中止の判断については、まずオペレーターなど実際の作業者が危険と判断したら作

業を中止し、その後連絡を受けたフォアマンが本船との連絡調整を行うという体制であるが、前述のとおり実際のオペレーターは風の影響を認識しにくい。危険の判断をオペレーターの感覚で行うのではなく、どれくらいの風速で作業を中止するのか、コンテナクレーンをアンカーまで移動するか、または、その場でレールクランプをかけるか、客観的に判断する基準が必要である。今回オペレーターは、ブームを下ろしたままでは、コンテナ船舳先のマストに衝突するにもかかわらず、アンカー位置まで移動を試みたなど、逸走に至る緊急事態で混乱していたと推定され、適切な対応を判断し、これを伝えるサポート体制が未整備であったと思われる。作業責任者が風の変化を観察し、オペレーターと情報交換しつつ、適切なところで作業中止の判断をしていくことが必要である。

- 操作室内にある風速計の警報ブザーは、初期納入時は16m/sに設定されていたが、手動で変更することが出来る。16m/sのままだと、御前崎港ではブザーがかなり頻繁に鳴ることとなるため、設定を変更していた。なお、事故時は、1 次が 24m/s、2 次が 25m/sに設定されており、取扱説明書の作業基準の風速を正しく理解していたかは疑問である。しかし、荷役業者としては極力作業を継続したいため、設定を変えることはあらかじめ予想されることで、止むを得ないこととは思われる。また、オペレーターだけでなく、作業責任者等もこの設定を容認していたことも考えられる。
- 風等の複雑な条件下で極力荷役を継続したいという中では、この設定の変更や容認について、オペレーターや作業責任者のみに責任があるわけではない。警報ブザー設定の判断を行った体制についても、この機会に見直す必要がある。

４　風の影響の解析

（１）事故当時の風況に関する解析

①　予見不可能な風の発生

風力発電施設（ウィンクル）のデータで平均風速と最大瞬間風速が共に 20.2m/s という記録が観測されているが、平均風速の算出方法が通常とは異なることや、設置高度が高いことから、予見不可能な風の発生についてはウィンクルのデータは使用できないと考える。

そこで気象台（御前崎測候所）で観測した正式なデータにより解析を行った。測候所では 17 時 20 分では平均風速 9m/s、最大瞬間風速 16.6m/s であり、17 時 30 分では平均風速 11.2m/s、最大瞬間風速 18.1m/s の風が観測されている。つまり、10 分の間に平均風速及び最大瞬間風速は 2m/s ほど強まってはいるが、一般に最大瞬間風速は平均風速の 1.5 倍～2 倍とされており、その関係から鑑みて、予見できないほど急速に風が強まったとは考えられない。

②　ダウンバースト等の発生

ダウンバーストや竜巻は発達した積乱雲の下で発生する現象だが、事故当日 17 時 30 分頃に御前崎周辺にそのような積乱雲は観測されていない。このことからダウンバーストや竜巻は発生していないと判断される。

（２）コンテナクレーンに作用した風荷重に関する解析

コンテナクレーン 2 号機の自重、走行抵抗力、走行ブレーキトルク計測試験（4 月 14 日）の結果から、逸走当時にクレーンに作用した風荷重を推算する。

コンテナクレーンに作用する力の関係を図３－２に示す。

釣合いの式は、F=Fw-P1-P2 となる。

今回の逸走事故は、走行ブレーキ力と走行抵抗力が、風荷重に耐え切れず逸走を起こしたことに起因する。この走行ブレーキ力を、走行ブレーキトルク計測試験の検証結果から仮定し、コンテナクレーンの映像記録から、逸走時の加速度を分析し、逸走当時にクレーンに作用した風荷重及び風速を推算する。

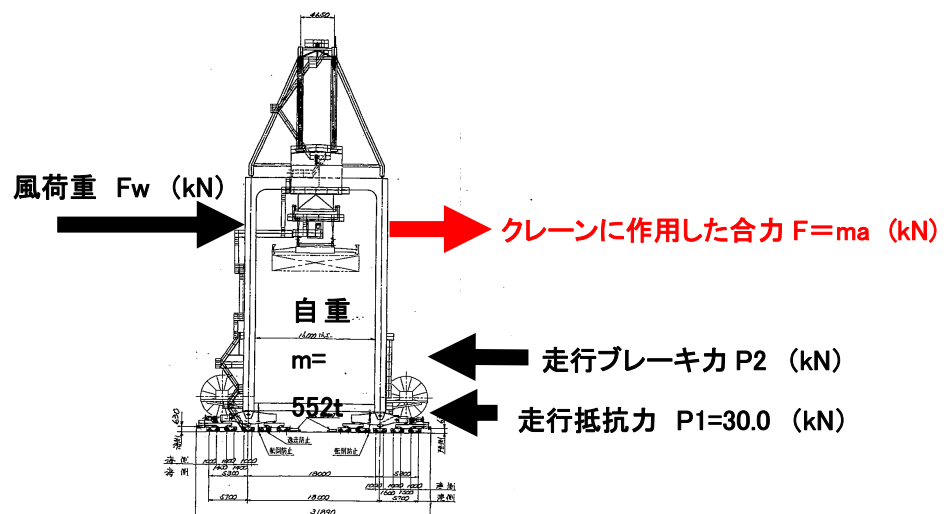



図３－２　コンテナクレーンに作用する力の関係図

走行ブレーキトルク計測試験の結果、4 基あるモーターブレーキのうち、海側の走行ブレーキ 2 基は、ほぼその性能を発揮していなかったことが確認されている。また、陸右側については、ほぼ設計時制動トルクを確認できたが、陸左側については、逸走事故によりライニングが破損していたため、新品のライニングを設置して試験をしており、事故前の状況の再現は困難となっている。

この試験結果から、逸走事故直前の走行ブレーキ力は、所定の性能の 1/4～1/2 程度であったことが推察できる。この走行ブレーキ力を上限及び下限として逸走当時にクレーンに作用した風荷重及び風速を推算する。

① 走行ブレーキ力 P2 の上限値 P2u、及び下限値 P2d

上限値 P2u について、

走行ブレーキトルク計測試験結果（p.29）より、

（逸走時に対応したブレーキの回転方向は、

陸右側=左回転、陸左側=右回転、海右側=左回転、海左側=右回転）

陸右側の試験値（平均値）＝196Nm

陸左側の試験値（平均値）＝224Nm　→　196Nm　ライニングが新品であり、試験値が過大に評価される可能性があるため、陸右側の試験値を採用する。

海右側の試験値（平均値）＝5Nm

海左側の試験値（平均値）＝10Nm

ブレーキトルク TBr＝試験値の合計＝407Nm

減速比 ig＝46.7

車輪径 Dwg＝0.56m

ブレーキ抵抗力上限値 P2u＝（2×TBr×ig）/（1000×Dwg）

＝（2×407×46.7）/（1000×0.56）

＝68kN

ブレーキ抵抗力の下限値としては、陸左側の走行ブレーキトルク値＝0 を採用

ブレーキ抵抗力下限値 P2d＝（2×TBr×ig）/（1000×Dwg）

＝（2×211×46.7）/（1000×0.56）

＝35kN

② 加速度 a（m/s^2）

映像分析から得られたコンテナクレーン逸走時の速度・加速度・合力の推定結果を**表３－３**に示す。あわせて、移動時間に対する、距離、速度、加速度の変化図を**グラフ３－１～３**に示す。

これは、現地調査から逸走距離 L=120m が判明しており、これをもとに 5 区間分割し、各区間の移動距離、移動時間から、その区間内では等加速度運動であると仮定し、加速度、速度を求め、さらにコンテナクレーンの自重からコンテナクレーンに作用した推定合力を求めた結果である。

コンテナクレーン自重　552t

時間　t（s）、加速度　a（m/s^2）

速度　$V = V_0 + at$（m/s）

距離　$L = V_0 t + 1/2 \times at^2$（m）

合力　F＝552×g×a（kN）

区間	時刻	移動時間 (S)	総移動 距離 (m)	単位距離 (m)	加速度 (m/s^2)	速度 (m/s)	推定合力 (kN)
開 始	17:28:00						
区間 1	17:28:20	20	9	9	0.045	0.90	243
区間 2	17:28:40	20	27	18	0.000	0.90	0
区間 3	17:29:00	20	55	28	0.050	1.90	270
区間 4	17:29:20	20	93	38	0.000	1.90	0
区間 5	17:29:35	15	120	27	-0.013	1.70	-72

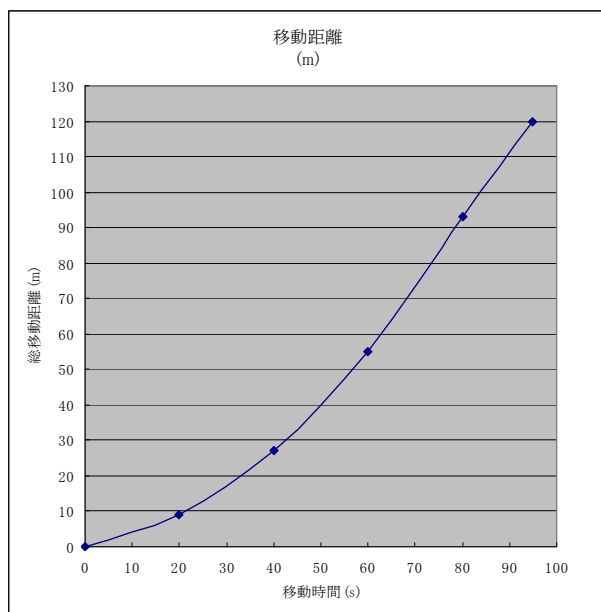
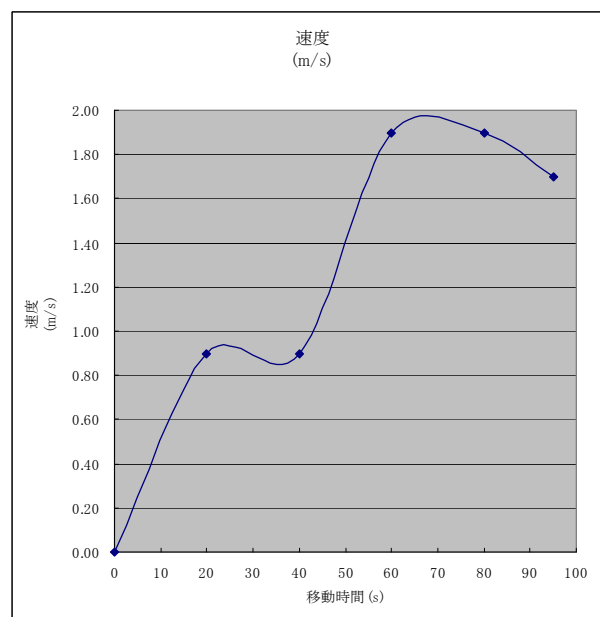
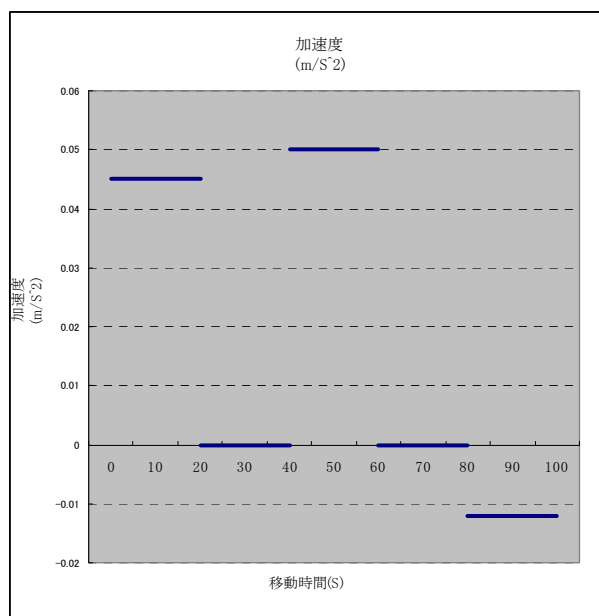
表３－３　コンテナクレーン逸走時の速度・加速度・合力の推定

グラフ３－１　時間－距離関係図

グラフ３－２　時間－速度関係図

グラフ３－３　時間－加速度関係図

表３－３より、コンテナクレーン逸走開始時の区間１では 20 秒間で 9m ほどの距離を移動しており、この区間を等加速度運動と仮定すれば、推定合力は 243kN となる。

この結果から、クレーンに作用した風荷重を推定すると、

【CASE1】走行ブレーキ力が上限値 P2u の場合

風荷重 Fw＝合力 F+走行抵抗力 P1+走行ブレーキ力 P2u

＝243+30+68＝341kN

この風荷重を風速に換算すると、2 号機ブームダウン時、風速 16m/s 時の風荷重 145.1kN より、

Uu＝16×√（341/145.1）＝24.5m/s

【CASE2】走行ブレーキ力が下限値 P2d の場合

風荷重 Fw＝合力 F+走行抵抗力 P1+走行ブレーキ力 P2u

＝243+30+35＝308kN

この風荷重を風速に換算すると、

Uu＝16×√（308/145.1）＝23.3m/s

以上より、逸走開始時にコンテナクレーンに作用した風荷重は 308kN～341kN 程度、風速に換算すると 23.3～24.5m/s 程度であると推算された。（ただし、風の吹き方は一様ではなく、非常に複雑であり、その風荷重を算出するための方法（クレーン構造規格）についても、実験やシミュレーション等によって得られたものであり、コンテナクレーンの走行抵抗や走行ブレーキ力とあわせ、厳密な値ではない。）

コンテナクレーンに設置された風速計の逸走事故当時の値は、目視により風速 22m/s と報告されており、これを地上高 16m に換算すると、19m/s となる。

これらの結果を、総合的に判断すると、逸走開始時には、概ね 20m/s 前後の風がコンテナクレーン２号機に作用したものと推察される。

また、**グラフ３－１～３**より、区間１及び区間３において、大きな加速度による速度上昇が見受けられ、風が大きく２度ブレスして吹いた可能性もある。また、区間によっては、推定合力が 0kN あるいは、マイナス側の値も得られており、これは逸走中に、風速が変化したことや、走行ブレーキ力が変化したこと、コンテナクレーンの主幹電源が落ち、レールクランプ力がコンテナクレーンを止める方向に作用したことが、複雑に組み合わされた結果と推察される。これは、事故調査の結果、逸走中に、走行ブレーキの陸左側のライニングが破損したこと、逸走後の調査で、レールクランプが逸走方向に対し、異常な偏磨耗を生じている事実とも照合するものと考えられる。

Ⅳ　原因

1　推定される事故のあらまし

事実及び分析から、事故のあらましは次のように推定される。

- 平成22年1月21日午後、御前崎港西埠頭10号岸壁において、コンテナクレーン1号機及び2号機は、接岸していた船舶「ACXラフレシア」(全長193m、幅28m、総トン数18,500GT、コンテナ積載数1,675TEU) から岸壁に、コンテナを積み卸す作業を行っていた。
- 「ACXラフレシア」は入船状態での接岸であり、舳先を北西方向に向けていたことから、1号機が船尾寄りの荷を卸し、2号機が船首寄りの荷を卸す作業配置となっていた。
- また、当日は北西方向からの風であり、2号機が風上で作業していた。
- コンテナクレーン基礎北西端から128.67m付近（船倉ナンバー・ベイ10）で作業していた2号機は、17時20分から約6分間にわたり、風の影響で数メートル程度南東（船尾）方向に流され、その度にノッチをかけ、もとの位置に戻る操作を6回繰り返した。
- 17時26分40秒、荷役作業を中止した2号機は、コンテナクレーンを固定するため、コンテナクレーン基礎北西端から72.1m（船首、風上方向）にあるアンカー(逸走防止金物)設置箇所に向け、ブームダウンのまま移動を開始した。
- 船首付近まで移動した2号機は、ブームと本船マストが接触しないよう、コンテナクレーン基礎北西端から76.2mの地点で一旦停止し、17時27分40秒に、ブームを上げるために必要となるトロリーの収納を、レールクランプ未使用のまま、走行ブレーキが効いた状態（ゼロノッチのため）で開始した。
- 2号機は、トロリーが定位置に戻りきった17時28分丁度に、ブレーキ性能を上回る瞬間風速20m/s前後の風を受け、ブームを上げる作業に移れないまま、ブームダウンの状態で南東（船尾）方向に逸走し始めた。
- 2号機は、約2m/sの速さで120.35m逸走し、17時29分35秒、コンテナクレーン基礎北西端から212.5mの地点でブームがコンテナ船ブリッジ上の通信機器類（レーダー）に衝突して停止した。
- この際、コンテナクレーンは本体が脱輪して損傷し、コンテナ船のブリッジ上の通信機器類にも被害が発生した。

2　事故原因の整理

（1）事故の原因

今回の事故は、複数の要因が複合的に重なって起きたが、直接的には風の異常を認知した後のコンテナクレーン2号機の不適切な操作が、事故発生の主因と考えられる。

具体的には、異常な風に対して、「アンカーまで移動できない場合はレールクランプを作動させて待機する」という基本動作を怠ったことである。レールクランプの制動力は、検証の結果、少なくとも30m/sの風に耐え得るものであったと推定でき、事故発生時の20m/s前後の風の場合、「強風」ではあっても、レールクランプの作動が逸走を防止できた可能性が高い。

その一方で、事故の重度化を招いた要因としては、制動装置の一つである走行ブレーキの性能の劣化があげられる。

そもそも、2 号機の走行ブレーキの制動力は、設計上 17.2m/s 程度の風が限界であり、レールクランプなしでは事故当時の風に耐えられなかったが、検証の結果では、走行ブレーキは、規定制動力の 1/4～1/2（13.2m/s 程度の風）程度の能力しか発揮できていなかったものと推定され、逸走を助ける要因となったものと推測される。

また、今回の状況下での判断としては難しい点はあるが、逸走の危険を予測してアンカーへの固定を行おうとしていたことから、同時に船舶への損傷への危険も考える必要があった。結果論としては、アンカーに向けて移動する際に、障害物を避けるため、ブームを上げる必要があったと考えられる。

（2）事故が発生した背景

事故の発生した背景として、次の 4 つの問題が挙げられる。

① 具体的な操作基準・手順の未整備

- コンテナクレーンの操作については「クレーン等安全規則」と「取扱説明書」で規定するのみであり、設置者として静岡県は強風下での作業基準等を示していないし、使用者に作らせてもいなかった。
- 「クレーン等安全規則」及び「取扱説明書」の遵守についても使用者任せで、何の指導もしてこなかった。
- 使用者のレールクランプへの信頼性が低く、荷役時にはレールクランプを使用しないという操作が習慣化していることを把握できておらず、それに対する是正措置も取ってこなかった

② 風に対する危機管理意識の欠如

- 御前崎港という風の強い港において、レールクランプを使用しないという使用者の慣習や、ブレーキの規定制動力に関する認識が設置者、使用者共に無かったことは、風の危険性を十分理解していなかったものと考えられる。
- 非常事態発生時の対応マニュアルも無く、訓練や研修等が行われていなかったことは、風による危険に対応する体制作りにも問題があったといえる。

③ 日常的な点検体制の不備

- 月次・年次点検の項目や報告内容が適切なものではなかった。
- 月次点検や年次点検の報告書を適切に分析すれば、より迅速に必要な整備を行なうことができた。
- 実際に現場で作業しているオペレータ等の改善要望等が点検発注者や点検業者に伝わっていなかったため、現場の声が点検に反映されていなかったことも問題である。

④ その他

- アンカー(逸走防止金具)の設置位置がコンテナクレーンの作業位置から距離があったこと。
- 車止めがすぐ使用できる状況になかった。

Ⅴ　再発防止策

再発防止策の実施に当たっては、以下の点に留意すること。
①コンテナクレーンの補修にあたっては、初期設定の機能の回復及び機能増強、並びにその機能を維持するための体制作りをすること。
②コンテナクレーンの使用にあたっては、「機械は必ず故障する」、「人はミスをする」ということを前提としたフェールセーフ対策（※）並びにフールプルーフ対策（※）を確立し、運用していくこと。
※フェールセーフとは、機械（システムや部品）が故障したときに、安全側となるように設計すること。
※フールプルーフとは、作業方法に関する様々な工夫により、ミスを発生しにくい、または、ミスが発生しても重大な結果に至らないような工程を作ること。

1　コンテナクレーン自体に対する対策

① 走行ブレーキ及びレールクランプの交換

走行ブレーキ及びレールクランプについては、腐食が著しく、又事故による損傷も著しいため新しいものに交換し、設計上の機能を回復させること。

- ・走行ブレーキ ： ブレーキフレームやスラスターなどのブレーキ本体と、ブレーキドラム一式、計 4 台の交換
- ・レールクランプ ：クランプの爪およびクランプを動作させる油圧ユニット、計 2 台の交換

② ブレーキ制動力のアップ

2 号機の制動力の余力が小さいことから、可能な限りブレーキ制動力を高め、安全性の向上を図ること。

- ・ブレーキトルクを、現状の 21.0kg-m を 27.0kg-m にアップすることにより、ブレーキ抵抗力 137.5kN を 176.6kN に向上させる。これにより走行ブレーキは 19.1m/s の風でも滑らないよう機能が増強される。

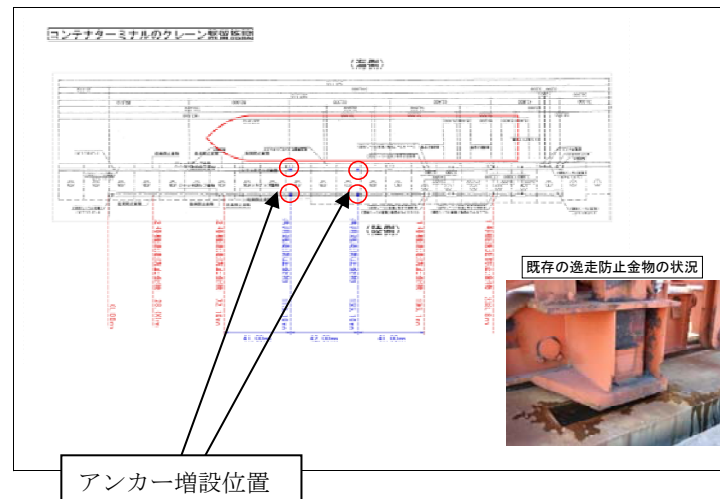
③ オートモード（連動）におけるクランプの動作時間の短縮

荷役作業にレールクランプのオートモードが使用しにくい主な理由は、オートモードでは、開閉に時間がかかることにあることから、手動モード並みに作動時間を短縮するよう改善すること。

- ・現在、ケーブルリールと連動して作動しているため、これを切り離し、運転動作と直接連動させることで、動作時間の短縮を行う。

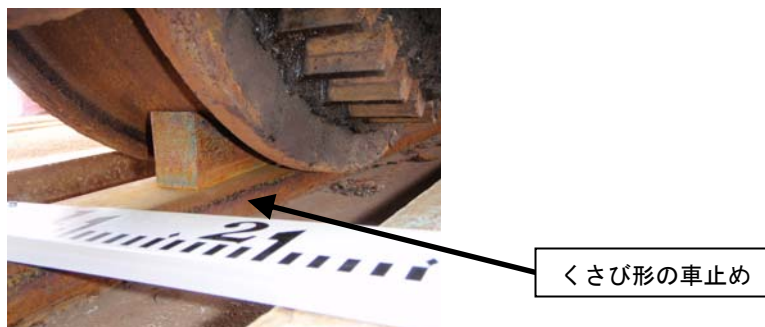
④ アンカー（逸走防止金物）の増設

今回、荷役作業の位置とアンカーの設置位置との間に距離があったことが、逸走事故を防げなかった背景の一つであることから、強風による作業中止判断からアンカーに固定するまでの逸走のリスクを極力小さくするため、アンカーを増設し、安全性の向上を図ること。

- ・アンカーは、1 号機用が東南端に 2 箇所、2 号機用が北西端に 2 箇所設置してあるが、それらの中間部に 1、2 号機共通のアンカーを 2 箇所増設する。このことにより、荷役作業位置がどこであっても、概ね 1 分以内にアンカー設置位置まで移動できる。

⑤　車止めの整備

今回、その場に停止し様子を見なかった理由の一つとして、車止めの用意ができなかったこともあげられることから、レールクランプの補助手段として車止めを常備する。

・車輪部に設置するクサビ型の車止めの整備を行い、クレーンに常備しておく。できれば、車止めには長い柄をつけ、車止めをかける作業者の安全性を図る必要がある。

車止めのイメージ（写真は逸走事故時の応急措置の状況）

⑥　風向風速計の改善（表示を運転席の前面へ移動）

2 号機の風向風速計の表示が、操作室の背後の運転者が確認しにくい位置にあることから、運転者が常に風の状況を把握できるよう操作室前面に移動させること。

2　コンテナクレーン管理に関する対策

○　維持・管理体制と点検項目の見直し

・使用者である共同事業体の構成団体それぞれの役割分担と責任範囲を明確にし、安全管理に関する条件を定めるため、使用者は「維持管理業務仕様書」等の作成を行うこと。

・今回、法定点検項目の実施のみでは、事故に至る不具合が検出できなかったことから、修理の要否をより的確に判断するため、点検項目の追加について検討すること。

・修理の要否の判断基準を明確にするため、現在の「○」「△」、「A」「B」等の表記を改め、点検結果から誰もが的確な判断ができるような、わかりやすい表記とすること。また、設置者は点検結果に対しすぐに対処できない場合は、その旨の周知と対策を検討するために関係者による説明会を設けること。

・設置者は、使用者による始業前、終業前点検、作業中の状況等の情報を共有し、定期点検に生かすため、情報共有のためのシステムを整備するとともに、定期点検にあわせて関係者による情報交換会を設けること。

3　コンテナクレーン操作に関する対策

○　作業手順書の策定とそれらの周知徹底

・今回の事故の背景の一つとして、強風に対する具体的な操作基準・手順が事前に示されていなかったことがあることから、設置者、使用者双方とも協力して、「クレーン等安全規則」や「クレーン取扱説明書」以外に、強風時のアンカー係留やレールクランプ使用等の非定常作業を含む、具体的な基準や手順を定めた作業手順書等を作成すること。

・使用者は、上記規則、取扱説明書、使用方法書等について、作業関係者に対して周知徹底を図ること。

4　風の影響に関する対策

○　強風時の基準・手順の確立

設置者と使用者の間で協議の上、風の観測と作業中止等の判断の基準・手順を確立し、使用方法書に明記すること。

・強風時に作業の中止等を適切に判断するため、フォアマン等が管理棟で風の変化を観察できるよう新たに管理棟にも風速計を設置し、オペレーターと情報交換しながら指令できる体制とする。

・その判断の補助として、要注意時の天気図のパターン化などの情報を整備するほか、強風注意報発表時の情報を関係者間で確認しあう連絡体制を整える。

・気象変化の予測は、費用はかかるが民間気象予測会社等との契約を検討する必要がある。

・オペレーターは荷役に集中しており風速計を頻繁に観察できないため、風速計に備わっている警告ブザーについては、風速計を見なくても危険が予想される風速に達したことが認識できるような設定を徹底する。

・設置者と使用者で協議し、安全を確保しつつ極力荷役に支障の出ないような基準を確立する。

ア　使用方法書に盛り込むべき基本的な風の基準

(ｱ)　設置者の定める基準

・使用者は、瞬間風速が 16m/s を超えたときは、作業を中断又は中止する。

・瞬間風速が 16m/s 以下の風速であっても、強風のため作業の実施について危険が予想されるときは、当該作業を中断、中止又はレールクランプを連動モードへ切り替える。

(ｲ)　具体的な作業・操作基準の例

地表瞬間風速 ・ 風向き	～10m/s 全方位	10～13.8m/s 全方位	13.8～16m/s 走行方向を基準に 海陸方向 45 度以内	16m/s～ 全方位
１号機	手動モード可	手動モード可	クランプ連動 モード設定	中断又は中止
２号機	手動モード可	クランプ連動 モード設定	クランプ連動 モード設定	

イ　作業中断・中止における原則的な作業手順

①作業を中断又は中止したときは、レールクランプを作動させ、突風対策を念頭に車輪止め等の逸走を防止する措置を講じた上で、船舶の被害を避けるため状況に応じてブームを上げる。
②作業を中断した後の作業再開については、気象情報や現場点検等に基づき安全確認を行った上で、使用者が自らの責任において決定する。
③作業を中止した後にアンカー固定を行うため、クレーンを係留固定位置まで走行させるときは、気象情報等により安全を確認し、瞬間風速が 10m/s（風速計表示値が 11.6m/s）未満の状況で行う。

5　その他の対策

○　基本的事項に関する研修や、非常時対応訓練の実施

・設置者は、関係者（管理受託者、使用者、点検受託者など）に対して基本的な研修等を実施すること。特に、それぞれの立場に係わらず、作業機器の構造や性能や気象の読み方などの基本的な事項を含め、日常・非常を問わず常に適切な対処方法が身につくような研修を行うこと。
・使用者は、荷役作業に従事する者に対し、上記の基本研修に加え、適切な操作や対応に関する研修を実施すること。
・事前に様々な事故を想定した行動パターンを研究し、非常時に的確な行動が取れるよう、定期的に訓練を行うこと。

（参　考）

御前崎港コンテナクレーン逸走事故調査委員会

氏　名	役　　　　職
大井　昌茂 (4月1日より早川和広)	東京管区気象台静岡地方気象台技術課長
勝地　　弘	横浜国立大学大学院工学研究院教授
清水　尚憲	独立行政法人労働安全衛生総合研究所上席研究員
◎田中　博通	東海大学海洋学部海洋建設工学科教授
吉田　由治	社団法人港湾荷役機械システム協会専務理事

（五十音順、◎は委員長）

○ 調査の経過

平成22年2月23日　第1回事故調査委員会

平成22年3月9日　分解作業による装置内部の状況確認・今後の詳細調査に必要となる部品の保存等の現地調整、作業関係者ヒアリング

平成22年3月26日　第2回事故調査委員会

平成22年4月8日　中間報告書提出

平成22年4月9日　レールクランプ試験

平成22年4月13日　ブレーキ試験

平成22年4月23日　第3回事故調査委員会、最終報告書取りまとめ